



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL
CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES
DEL PUENTE VEHICULAR SIMON RODRIGUEZ ,CON UNA
LONGITUD DE 423.80 MTS, EN EL DISTRITO DE AMOTAPE,
PROVINCIA DE PAITA , DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL - 2018.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

CARLOS DAVID FARFÁN MARIÑAS

ASESOR:

Mgtr. CHILON MUÑOZ CARMEN

PIURA – PERÚ

2018

JURADO EVALUADOR Y ASESOR

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia
Presidente

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova
Secretario

Ing. Orlando Valeriano Suárez Elías
Miembro

Mgtr. Carmen Chilon Muñoz
Asesor

AGRADECIMIENTO

A quienes estuvieron siempre apoyándome desinteresadamente y orientándome en la realización de este proyecto, sobre todo a mis padres por su apoyo incondicional y a mis compañeros por el conocimiento que me supieron brindar.

A mi esposa por su paciencia y su apoyo brindado en todo momento durante el proceso de formación.

A La Institución que me abrió las puertas para formarme y realizarme como profesional, la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote y toda su plana docente y a mi asesor de tesis por su Sabiduría y sus conocimientos, el Ingeniero Chilón Muñoz Carmen, Gracias por ser mi guía en esta tesis.

DEDICATORIA

A Dios, nuestro Señor por guiarme en este largo sendero de la vida y no dejarme desfallecer en los momentos que más lo necesite, para lograr los objetivos trazados y brindarme la oportunidad de seguir adelante y dar un paso importante en el proceso de estudios y culminación de tan anhelada carrera profesional.

A los seres que más amo: mis padres, mi esposa y mis hijos Fabián y Dayana, por ser la fuente de mi inspiración y motivación para superarme cada día más.

A mis hermanos por su apoyo incondicional en el largo proceso de mi carrera profesional.

RESUMEN

Esta Investigación , ha tenido como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, el cual nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en dicho puente, En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los métodos y los tipos de daños que sufre el concreto armado en los elementos estructurales del puente y determinar su rango de clasificación.

Esta Investigación incluye una descripción del concreto armado y sus patologías existente, y mostrar los diferentes tipos de deterioros que se presentan en los elementos estructurales de un puente, sus diferentes causas a través de su construcción a lo largo de los años, así mismo se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de Construcción, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso. El estudio de determinación y evaluación consistió en una inspección ocular donde se identificaron las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente. La metodología de la investigación es del tipo, descriptivo, analítico, no experimental y de corte transversal, la cual se utilizó, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es: Recopilación de antecedentes preliminares, estudio de observación, seguimiento y aplicación de la ficha de inspección.

Concluyéndose que el 16.06% de los componentes en los elementos estructurales del puente en estudio, presentan patologías, siendo las patologías que mayor área e incidencia en los elementos, Fisuras, Eflorescencia y Desprendimientos. Obteniéndose así la patología más incidente Fisuras con un porcentaje de 33.05%.

Por lo tanto nivel de severidad del puente Simón Rodríguez es **Regular (2)**.

Palabras clave: Puente vehicular, Patologías, concreto armado, severidad, elemento estructural.

ABSTRACT

This investigation, has aimed to determine and evaluate the pathologies of reinforced concrete in the structural elements of the Simón Rodríguez Vehicular Bridge, with a length of 423.80 m, in the District of Amotape, Province of Paita, Department of Piura, which will allow us To obtain the level of severity of concrete pathologies in said bridge, In this sense, the present thesis aims to publicize the methods and types of damage suffered by reinforced concrete in the structural elements of the bridge and determine its range of classification.

This investigation includes a description of the concrete and its existing pathologies, and show the different types of deterioration that occur in the structural elements of a bridge, its different causes through its construction over the years, as well In addition, the types of repair techniques applied in construction works, showing their construction processes accompanied by a photographic record for the greater understanding of the process. The determination and evaluation study consisted of an ocular inspection where the pathologies of the reinforced concrete were identified in the structural elements of the bridge. The methodology of the research is of the descriptive, analytical, non-experimental and cross-sectional type, which was used, for the adequate development of the project, in order to comply with the proposed objectives is: Collection of preliminary background, study of observation, monitoring and application of the inspection form.

Concluding that 16.06%. of the components in the structural elements of the bridge under study, present pathologies, being the pathologies that greater area and incidence in the elements, Fissures, Polishing of aggregates, Efflorescence, Microorganisms and Cracks. Obtaining thus the pathology more incident Fissures with a percentage of 33.05 % . Therefore level of severity of the Simón Rodríguez bridge is Regular (2).

Keywords: Vehicular bridge, Pathologies, reinforced concrete, severity, structural element.

CONTENIDO

	Pág.
TITULO	i
FIRMA DEL JURADO Y ASESOR	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CONTENIDO	vii
INDICE DE IMÁGENES TABLAS Y CUADROS	x
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	04
2.1. Antecedentes.	04
2.1.1. Antecedentes Internacionales	04
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.1.3. Antecedentes Locales	15
2.2. Bases Teóricas.	18
2.2.1. Norma AASTHO para puentes	18
2.2.2. Guia para inspección de puentes	18
2.2.3. Norma AASHTO LRFD para puentes	21
2.2.4. Manual de Diseño de puentes	23
2.2.5. Norma E.030 Diseño Sismoresistente	25
2.3. Marco Conceptual.	27
2.3.1 Puentes	27
a). Definición	27
b). Clasificación	28
c) Tipología de puentes	34
d) Componentes de un puente	39
e) Composición de la estructura de un puente	48

2.3.2 Elemento estructural	50
2.3.3 Materiales	51
2.3.3.1 Concreto	51
2.3.3.2 Acero	53
2.3.3.3 AceroPresforzado	53
2.3.4 Cargas y combinaciones de cargas	54
a).Cargas	54
2.3.5 Patologías en Puentes	58
2.3.6 Patologías Estructural	57
2.3.7 Evaluación Estructural	60
2.3.8 Durabilidad de las estructuras de concreto	61
2.3.9 Patología del Concreto	61
a). Definición	61
b). Proceso patológico	62
c). Causas	63
2.3.10. Principales patologías	64
2.3.11. Tipos de Lesiones en el Concreto	63
2.3.11.1. Lesiones Físicas	67
a). Cambios de Humedad	67
b). Exposición de agua en la estructura	68
c). Cambios de Temperatura	68
2.3.11.2. Lesiones Mecánicas	69
a). Desprendimiento - Popout	70
b). Impactos	70
c). Vibraciones excesivas	70
d). Desgaste por abrasión	71
e). Erosión	71
a).Erosión por abrasión	72
b).Erosión por cavitación	72
f). Socavación	72
g). Fisuras	73
a). Fisuras por Flexión	74
b). Fisuras de retracción plástica	74
c). Fisuras por Cortante	75
d). fisuras por asentamiento plástico	76
e). fisura por retracción hidráulica	76

f). Fisuras por torsión (FIT)	77
g). Aplastamiento local (AL)	78
h). Grietas	79
a). Grietas por tracción pura	79
b). Grietas por flexión	80
c). Grietas longitudinales	81
d). Grietas por cortante	81
e). Grietas por torsión	82
f). Grietas por punzonamiento	82
g). Grietas por compresión simple	83
i). Fracturas y aplastamientos	83
a). Fracturas en apoyos	84
b). Fractura inducida por el recubrimiento	84
c). Fractura por falta de refuerzo en el borde	85
d). Fractura por aplastamiento local	86
2.3.11.3. Lesiones Químicas	86
a). Lixiviación por aguas blandas	87
b). Ataque de sulfatos	88
c). Ataque de ácidos	89
d). Segregación (SE)	89
e). Hormigueros (HO)	90
f). Carbonatación	90
g). Eflorescencia	91
h). Oxidación	92
i). Corrosión del acero en el concreto	92
2.3.11.4. Lesiones Biológicas	94
a). Contaminación del concreto (CTC)	94
b). Biorreceptividad	95
c). Biocapa	97
d). Microorganismos	98
2.3.12. Daños por procesos constructivos deficientes	101
2.3.12.1 Sobrecarga	101
2.3.12.2 Deflexión (Pandeo)	102
2.3.13. Inspección visual de patologías del concreto	103
2.3.14. Método Para el Estudio de Patologías en Situ	103
2.3.15. Cuadro General de Lesiones Patológicas a Evaluar	104

III. METODOLOGÍA	106
3.1. Diseño de la Investigación.	106
3.2. Población y Muestra.....	109
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	113
3.4. Plan de Análisis.	114
3.5. Matriz de Consistencia.....	115
3.6. Principios Éticos.....	116
IV.RESULTADOS	117
4.1. Resultados.	117
4.2. Análisis de Resultados.	174
V. CONCLUSIONES	177
5.1 Aspectos complementarios.....	178
5.2 Referencias bibliográficas.	180
5.3 Anexos.....	185

INDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica N° 1: Patologías de los Puentes en la ciudad de Matanza, Cuba.....	05
Gráfica N° 2: Daños en la estructura de los Puentes Colombia.	07
Gráfica N° 3 Vista general del desvió – Puente san Luis.....	08
Gráfica N° 4: Daños en las pilas centrales y laterales.	09
Gráfica N° 5: Vista del Puente vehicular chanchará.	10
Gráfica N° 6: Vista Panorámica del puente chanchará.....	11
Gráfica N° 7. Vista lateral del puente Chanchará aguas arriba.	12
Gráfica N° 8: Vista del Puente Pakamuro.	13
Gráfica N° 9: Vista de la losa del puente Pakamuro.	14
Gráfica N° 10: Deterioro de los Estribos – Puente Confraternidad.....	14
Gráfica N° 11: Puente Cáceres – Piura.....	16
Gráfica N° 12: Fabricación de losas por medio de plaquetas.....	17
Gráfica N° 13: Secciones Transversales del Tablero.	24
Gráfica N° 14: Disposición de amarres de tracción en estructuras	24
Gráfica N° 15: Diseño de Momentos en la estructura del puente.	26
Gráfica N° 16: Construcción de un puente.....	26
Gráfica N° 17: Puentes Preesforzados.....	27

Gráfica N° 18 Puentes para carreteras.....	28
Gráfica N° 19: Puentes de Piedra y acero.....	28
Gráfica N° 20: Puentes Tipo Vigas.	29
Gráfica N° 21: Puentes Tipo Arco.....	29
Gráfica N° 22. Puentes Suspendidos.	30
Gráfica N° 23 Puentes Rectos..	31
Gráfica N° 24: Puentes prefabricados.	32
Gráfica N° 25: Puentes para Autopistas.	33
Gráfica N° 26: Puentes para Trochas Carrozables.	33
Gráfica N° 27: Puente elevado para autopista.	32
Gráfica N° 28: Puente de losa	34
Gráfica N° 29: Puente viga losa de concreto armado	34
Gráfica N° 30: Puente de losa con viga de concreto pretrenzado.	35
Gráfica N° 31: Puentes vigas cajón pretensadas.	35
Gráfica N° 32: Puentes de tableros mixtos.....	36
Gráfica N° 33: Puentes reticulados de acero.	36
Gráfica N° 34: Puentes en arco.....	37
Gráfica N° 35: Puentes atirantados.....	38
Gráfica N° 36: Puentes atirantados.....	38
Gráfica N° 37 Puentes colgantes.	39
Gráfica N° 38: Componentes de un Puente.....	40
Gráfica N° 39: Partes de un puente.	40
Gráfica N° 40: Partes de un puente.	41
Gráfica N° 41: Tablero de un puente.....	41
Gráfica N° 42: Vigas principales de un puente	42
Gráfica N° 43: Diagramas de un puente.....	42
Gráfica N° 44: Barandas y veredas.....	44
Gráfica N° 45: La subestructura de un puente	44
Gráfica N° 46: Apoyos de los Puentes.	45
Gráfica N° 47: Estribos de un Puentes	46
Gráfica N° 48: Pilares de un Puentes.....	47
Gráfica N° 49: Cimentación de un Puentes	48
Gráfica N° 50: Acero en Puentes.....	48
Gráfica N° 51: Concreto en Puentes	49
Gráfica N° 52: Acero Estructural en puentes.	49
Gráfica N° 53: Elementos Estructural	50

Gráfica N° 54: Elementos y partes de un Puentes.....	50
Gráfica N° 55: Elementos de un Puentes	51
Gráfica N° 56: Concreto Armado.....	52
Gráfica N° 57: Acero en puentes	53
Gráfica N° 58: Acero Preesforzado.....	54
Gráfica N° 59: Patologías en puentes	59
Gráfica N° 60: Patologías Estructural de la viga	59
Gráfica N° 61: Evaluación Estructural B	60
Gráfica N° 62: Durabilidad de las estructuras de concreto	61
Gráfica N° 63: Patologías del concreto	62
Gráfica N° 64: Proceso patológico	63
Gráfica N° 65: Principales Patologías	64
Gráfica N° 66: Modelo equilibrio de durabilidad de del concreto	65
Gráfica N° 67: Lesiones directas e indirectas en el concreto	66
Gráfica N° 68: Porosidad en el concreto en puentes	67
Gráfica N° 69: Presencia de Humedad la estructura del puente	67
Gráfica N° 70: Mal diseño del drenaje y filtración en la viga principal V-1	68
Gráfica N° 71: Grietas en puentes por las altas temperaturas	68
Gráfica N° 72: Lesiones mecánicas de un puente	69
Gráfica N° 73: Desprendimiento del concreto en las vigas	69
Gráfica N° 74: Impacto de un tráiler en la estructura de un puente	70
Gráfica N° 75: Modo de Vibración de un puente	70
Gráfica N° 76: Desgaste por abrasión en la losa del puente	71
Gráfica N° 77: Erosión por abrasión en las vigas	71
Gráfica N° 78: Erosión por cavitación	72
Gráfica N° 79: Socavación en puentes	72
Gráfica N° 80: Tipos de fisuras en el concreto armado..	73
Gráfica N° 81: Fisuras por flexión de un puentes	74
Gráfica N° 82: fisuras de retracción plástica..	74
Gráfica N° 83: Fisuras por Cortante	75
Gráfica N° 84: Fractura por cortante en la Pila..	75
Gráfica N° 85: fisuras por asentamiento plástico	76
Gráfica N° 86: Fisura por retracción hidráulica..	77
Gráfica N° 87: Patrón de figuración por Torsión de una viga.	77
Gráfica N° 88: Fractura por aplastamiento en el pedestal	78
Gráfica N° 89: Fracturas por aplastamiento en la viga de cimentación	78

Gráfica N° 90: Grietas en el concreto de un puente	79
Gráfica N° 91: Grietas por tracción pura	79
Gráfica N° 92: Grietas por flexión	80
Gráfica N° 93: Grietas Longitudinal	81
Gráfica N° 94: Grietas por torsión	82
Gráfica N° 95: Patrón de falla por compresión simple en una columna	83
Gráfica N° 96: Fallas por aplastamiento y desprendimiento del concreto	83
Gráfica N° 97: Fractura de borde, por rigidez del apoyo	84
Gráfica N° 98: Fractura inducida por recubrimiento	85
Gráfica N° 99: Fractura inadecuada en el borde	85
Gráfica N° 100: Falla local por aplastamiento debida a una carga	86
Gráfica N° 101: Deterioro del concreto por reacciones químicas	87
Gráfica N° 102: Filtración en el concreto armado	87
Gráfica N° 103: Mecanismos de deterioro por ataques de sulfatos	88
Gráfica N° 104: Ataque de ácidos al concreto	89
Gráfica N° 105: Segregación en el concreto	89
Gráfica N° 106: Presencia de hormigueros en la viga cabezal	90
Gráfica N° 107: Proceso de carbonatación	90
Gráfica N° 108: Eflorescencia en el concreto	91
Gráfica N° 109: Evidencia de manchas de óxido del concreto	92
Gráfica N° 110: Efectos de la corrosión	93
Gráfica N° 111: Corrosión en el acero de refuerzo de las vigas	93
Gráfica N° 112: Moho negro en concreto con humedad y putrefacción	94
Gráfica N° 113: Contaminación del concreto de las aletas de un Puente	95
Gráfica N° 114: Cuadro de condiciones de la Biorreceptividad	95
Gráfica N° 115: Biorreceptividad en el concreto	97
Gráfica N° 116: Biocapa en el concreto	97
Gráfica N° 117: Presencia de Microorganismos en el concreto	98
Gráfica N° 118: Presencia de Bacterias en el concreto	98
Gráfica N° 119: Presencia de hongos en el concreto	99
Gráfica N° 120: Presencia de Bacterias en el concreto	100
Gráfica N° 121: Vigas Sometidas a esfuerzos de tracción y compresión	101
Gráfica N° 122: Vigas Sometidas a cargas aplicadas	102
Gráfica N° 123: Vigas Sometidas a sobrecargas	102
Gráfica N° 124: Ubicación del Puente Simón Rodríguez	110
Gráfica N° 125: Estructuras del nuevo tramo del puente Simón Rodríguez ...	111

Gráfica N° 126: Tramos del puente a evaluar	118
Gráfica N° 127: Tipos de Patologías existentes en la baranda	121
Gráfica N° 128: Tipos de Patologías existentes en la Veredas	123
Gráfica N° 129: Tipos de Patologías existentes en Pavimentos	125
Gráfica N° 130: Tipos de Patologías existentes en Tablero	127
Gráfica N° 131: Tipos de Patologías existentes en Vigas Principales	129
Gráfica N° 132: Tipos de Patologías existentes en Vigas Diafragma	131
Gráfica N° 133: Tipos de Patologías existentes en Juntas de Expansión	133
Gráfica N° 134: Tipos de Patologías existentes en Losa de Aproximación	135
Gráfica N° 135: Tipos de Patologías existentes en Estribo Derecho	137
Gráfica N° 136: Tipos de Patologías existentes en los Pilares	139
Gráfica N° 137: Tipos de Patologías existentes en Fundación del Pilar	141
Gráfica N° 138: Tramo II del puente Nuevo	142
Gráfica N° 139: Tipos de Patologías existentes en Barandas de Acero	144
Gráfica N° 140: Tipos de Patologías existentes en Veredas Peatonales	146
Gráfica N° 141: Tipos de Patologías existentes en el Pavimento	148
Gráfica N° 142: Tipos de Patologías existentes en Tablero	150
Gráfica N° 143: Tipos de Patologías existentes en Vigas Principales	152
Gráfica N° 144: Tipos de Patologías existentes en Vigas Diafragmas	154
Gráfica N° 145: Tipos de Patologías existentes en Juntas de Expansión	156
Gráfica N° 146: Tipos de Patologías existentes en Losa de Aproximación	158
Gráfica N° 147: Tipos de Patologías existentes en Estribo Izquierdo	160
Gráfica N° 148: Tipos de Patologías existentes en los Pilares	162
Gráfica N° 149: Tipos de Patologías existentes en la Fundación	164
Gráfica N° 150: Tipos de Patologías existente en los elementos del Puente ..	166
Gráfica N° 151: Áreas afectadas en los elementos estructurales del tramo I .	168
Gráfica N° 152: Áreas afectadas en los elementos estructurales del tramo II .	170
Gráfica N° 153: Nivel de Severidad en los elementos del tramo I	171
Gráfica N° 154: Nivel de Severidad en los elementos del tramo II	171
Gráfica N° 155: Porcentaje de afectación por cada Unidad	173
Gráfica N° 156: Comparación de los niveles de severidad del tramo I y II	173
Gráfica N° 157: Comparación de los niveles de severidad del tramo I y II	176

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Fenómenos Patológicos.	05
Tabla N° 02: características principales de los diferentes tipos de puentes.	21
Tabla N° 03: Pesos Unitarios.	55
Tabla N° 04: Secciones Transversales A.....	57
Tabla N° 05: Secciones Transversales B.....	58
Tabla N° 06: Tipos y medidas de Fisuras.....	73
Tabla N° 07: Distribución de muestras a evaluar.	112
Tabla N° 08: Niveles de Severidad.	119
Tabla N° 09: Evaluación de la unidad de Muestra 01.	120
Tabla N° 10: Evaluación de la unidad de Muestra 02.	122
Tabla N° 11: Evaluación de la unidad de Muestra 03..	124
Tabla N° 12: Evaluación de la unidad de Muestra 04..	126
Tabla N° 13: Evaluación de la unidad de Muestra 05.	128
Tabla N° 14: Evaluación de la unidad de Muestra 06.	130
Tabla N° 15: Evaluación de la unidad de Muestra 07..	132
Tabla N° 16: Evaluación de la unidad de Muestra 08.	134
Tabla N° 17: Evaluación de la unidad de Muestra 09..	136
Tabla N° 18: Evaluación de la unidad de Muestra 10..	138
Tabla N° 19: Evaluación de la unidad de Muestra 11..	140
Tabla N° 20: Evaluación de la unidad de Muestra 12..	143
Tabla N° 21: Evaluación de la unidad de Muestra 13..	145
Tabla N° 22: Evaluación de la unidad de Muestra 14..	147
Tabla N° 23: Evaluación de la unidad de Muestra 15..	149
Tabla N° 24: Evaluación de la unidad de Muestra 16..	151
Tabla N° 25: Evaluación de la unidad de Muestra 17..	153
Tabla N° 26: Evaluación de la unidad de Muestra 18..	155
Tabla N° 27: Evaluación de la unidad de Muestra 19..	157
Tabla N° 28: Evaluación de la unidad de Muestra 20..	159
Tabla N° 29: Evaluación de la unidad de Muestra 21..	161
Tabla N° 30: Evaluación de la unidad de Muestra 22..	163
Tabla N° 31: Tipos de Patologías y el total de las áreas afectadas.....	165
Tabla N° 32: % de Afectación por elementos estructurales del tramo I.....	167
Tabla N° 33: % de Afectación por elementos estructurales del tramo II.	169
Tabla N° 34: Resumen de resultados - muestra del tramo I y II.	172

Tabla N° 35: Resumen de resultados..... 172

I. INTRODUCCIÓN

Una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo socio Económico del país., los puentes son el componente más vulnerable de una carretera y, aplicando una metáfora, una cadena no está más fuerte que su eslabón más débil; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país.

La condición de los puentes de la Red Vial del Perú varía considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes.

Es importante remarcar que en este tipo de infraestructuras la vida útil o el deterioro que se suscite varían en su gran mayoría por los métodos de construcción empleados, el proceso constructivo, los factores climáticos, la ubicación, el uso asignado, el mantenimiento que se le otorgue, etc. Deficiencias que a largo o corto plazo generan problemas de inseguridad para los vehículos que transitan, para las personas y el comercio. **(M.T.C. 2006)¹**

El Puente Simón Rodríguez se encuentra ubicado en el distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, se localiza en una Latitud Norte 5°5'21" S, Longitud 81°6'52" O, con una altitud de 16 msnm y una temperatura máxima 40°C en verano y 17°C en invierno, tal es así que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas del año, durante el día el sol calienta la superficie y por la noche se enfría rápidamente produciendo cambios de temperaturas relativas, por tal motivo se necesita un nivel técnico que sea apropiado para su ejecución

El puente Simón Rodríguez se terminó de construir en 1987. Su estructura constaba de 10 tramos isostáticos, apoyados sobre nueve apoyos y dos estribos cuya longitud alcanzaba los 381 m en total. La cimentación del puente original se construyó utilizando pilotes excavados de 19 m y 23 m de largo. El tablero soportaba una tubería de 600 mm de diámetro, que formaba parte de la línea de conducción de agua potable para la ciudad de Talara.

El tipo de puente construido es un presforzado constituido por vigas doble T con losa de concreto armado. El puente nuevo ejecutado es de 120 m de longitud constituido por tres tramos de 36, 48 y 36 m. Tiene un ancho de calzada de 7.20 m. La subestructura está compuesta por pilares y estribo derecho de concreto armado. . **Construcción & vivienda comunicadores)**²

Se tiene un **problema de investigación**: ¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente.

Para responder esta interrogante planteada se tuvo como **objetivo general** : Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Puente Vehicular Simón Rodríguez ,con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura. Para alcanzar el objetivo general, los **objetivos específicos fueron**:

- Identificar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, Abril – 2018.
- Analizar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, Abril - 2018.

- Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, Abril – 2018.

Esta investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura; a partir de la determinación y evaluación de las patologías; y establecer un diagnóstico, el cual será presentado al distrito de Amotape, Provincia de Paita, para que pueda servir de base en futuras decisiones de reparación, mantenimiento o reconstrucción

Por lo tanto necesariamente se realizará una inspección general de los elementos estructurales de puente, tanto de manera interna como de manera externa, pudiendo así determinar y evaluar los diferentes tipos de patologías que esta presenta. En tal sentido el presente trabajo se desarrollará aplicando la Guía de Inspección del MTC – 2006, para obtener el nivel de severidad de las Vigas principales, diafragmas, barandas, vereda, tablero, capa de rodadura, pilares, estribos y cimientos, etc. La investigación a realizar será netamente de tipo Descriptivo y Visual

La metodología planteada fue descriptiva-cualitativa, no experimental y de corte transversal en abril de 2018. La población estuvo conformada por toda la estructura del Puente Vehicular Simón Rodríguez y la muestra estuvo compuesta por todos los componentes de los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez. Se utilizó la técnica de la observación y como instrumento una ficha de inspección. El procesamiento de los datos e información recolectada se realizó de acuerdo al plan de análisis establecido para este estudio. Donde se obtuvo como resultados un nivel de severidad Regular (2) y un porcentaje de afectación de 36.01%.

Finalmente se espera lograr con esta investigación no solamente la determinación y evaluación de patologías, sino ofrecer a futuros investigadores un material de consulta sobre este tema y así obtener el título profesional de Ingeniero Civil

II. REVISION DE LA LITERATURA

Al realizar la búsqueda en internet como repositorios, páginas oficiales de las universidades o publicaciones de revistas, además búsqueda de tesis, libros, publicaciones en las bibliotecas de la universidad, acerca de las patologías en las estructuras de los puentes se hallaron las siguientes investigaciones:

2.1.- ANTECEDENTES

2.1.1.- Antecedentes Internacionales:

a). (Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas.

Cuba C y González L ,(Cuba 2012) ³ En la presente investigación, se realizó el estudio del estado de los puentes en la Carretera Central por la provincia de Matanzas, en Cuba, donde las reparaciones realizadas a los puentes evaluados se han sido aplicadas por el personal caminero en coordinación con los intendentes municipales, no teniendo un control alguno de la calidad. Por la razón anterior los puentes suelen deteriorarse por el escurrimiento natural de una corriente, por los vehículos que la utilizan o por otras causas naturales, tales como el clima, elementos contaminantes, movimientos sísmicos, crecidas, corrosión, pudrición e impactos.

Los efectos señalados son especialmente notorios en los puentes más antiguos, muchos de los cuales tiene 35, 40 o más años de servicio, en su mayoría obsoletos, pues no cubren los requerimientos básicos de seguridad y capacidad portante para las actuales cargas de diseño que circulan por los puentes de carreteras en otros países y en Cuba.

Se muestra la Tabla 1.1 donde se reflejan los fenómenos patológicos más comunes presentes en los puentes de carretera de la región central de Cuba, inspeccionados en el año 1994.

Fenómeno patológico	Ocurrencia	% de incidencia atendiendo al total de puentes inspeccionados (493)
Corrosión	317	64
Impactos	168	34
Juntas de tablero defectuosas	77	16
Socavación en pilas y estribos	57	12
Asentamiento en los accesos al puente (aproxos)	55	11

Tabla N° 01 Fenómenos Patológicos

Fuente: Cuba C y González

Se concluye que en la muestra analizada, el fenómeno de la corrosión es el que se manifiesta con mayor agudeza: 317 obras para un 64 % de incidencia.

Específicamente, el propósito de esta investigación, es actualizar el deterioro para las estructuras que componen los puentes de la Carretera Central en Matanzas, es que se utilizan los aspectos relativos al levantamiento de los daños.



Figura 1. Patologías de los Puentes en la ciudad de Matanza, Cuba

Fuente: Cuba C y González ⁽³⁾

Los problemas patológicos en los puentes sólo se manifiestan durante la construcción o después de la ejecución propiamente dicha, última etapa de la fase de producción. Normalmente ocurre con mayor incidencia en la etapa de uso. La corrosión de armaduras; acción de las cargas exteriores, procesos mecánicos; acción de los cambios de humedad y temperatura; acciones que generan desintegración del hormigón; acciones inducidas; fallas típicas del proceso constructivo y; acciones sísmicas.

.b) (Patologías mecánicas presentes en los puentes vehiculares de la localidad de Fontibón,

Pañuela B, Sossa E, (Colombia 2015)⁴ Este trabajo de tesis, que evaluó las Patologías Mecánicas en los Puentes Vehiculares de la Localidad Fontibón, en Bogotá Colombia, donde se concluye, que el proyecto hace énfasis en las patologías mecánicas presentes en los puentes de la localidad de Fontibón, donde se destaca que uno de los daños que presentan la mayoría de los puentes es ocasionado por impactos, es importante mencionar que aunque algunas estructuras han asumido apropiadamente el paso del tiempo y el trabajo para el cual fueron concebidas, los impactos deterioran notablemente sus elementos estructurales, principalmente las vigas, las cuales presentan desprendimiento de material y en ciertos lugares hasta el acero de refuerzo queda totalmente descubierto y expuesto a los agentes químicos; se propone la instalación de barreras metálicas a la misma altura del puente varios metros antes de su paso, esto con el fin de que los vehículos con cargas sobredimensionadas no impacten directamente sobre la estructura y no se ocasionen daños en los elementos de la misma.

Las patologías mecánicas son de gran trascendencia para la determinación del estado de las estructuras en concreto, por medio de estas se logran identificar anomalías que tienen relación directa con la durabilidad de la estructura, por tal razón es de vital importancia que los profesionales de la ingeniería conozcan estas patologías para dar un dictamen certero cada vez que se analicen este tipo de estructuras.

La patología más común presente en todas estas estructuras sin duda alguna son las fisuras, ya de por si el concreto tiende a fisurarse con el paso del tiempo

debido a su estado de servicio, sin embargo, y como se evidencia en el presente proyecto, el puente de la Avenida Boyacá con calle 26, necesita intervención inmediata debido a las múltiples patologías que presenta.

Las patologías descritas en este proyecto hacen parte de las anomalías mecánicas presentes en los puentes vehiculares de la localidad de Fontibón, los puentes descritos sin embargo presentan patologías físicas y químicas que deben de ser objeto de estudio de igual manera.



Figura 02. Daños en la estructura de los Puentes de la Localidad de Fontibón,
Fuente: Pañuela B, Sossa E ⁽⁴⁾

c) (Refuerzo de puentes existentes por cambio de esquema estático, aplicación al puente San Luis E,

Valenzuela M ,(España 2010)⁵ La presente Tesis tiene como objetivo general, entregar una nueva alternativa de refuerzo y reparación de puentes de hormigón armado de mediana luz, con varios vanos continuos, mediante el uso de arcos con péndolas (con énfasis en el estudio de arcos network). Esta alternativa busca una solución a los problemas de la subestructura de puentes, realizando una aplicación en el puente chileno San Luis.

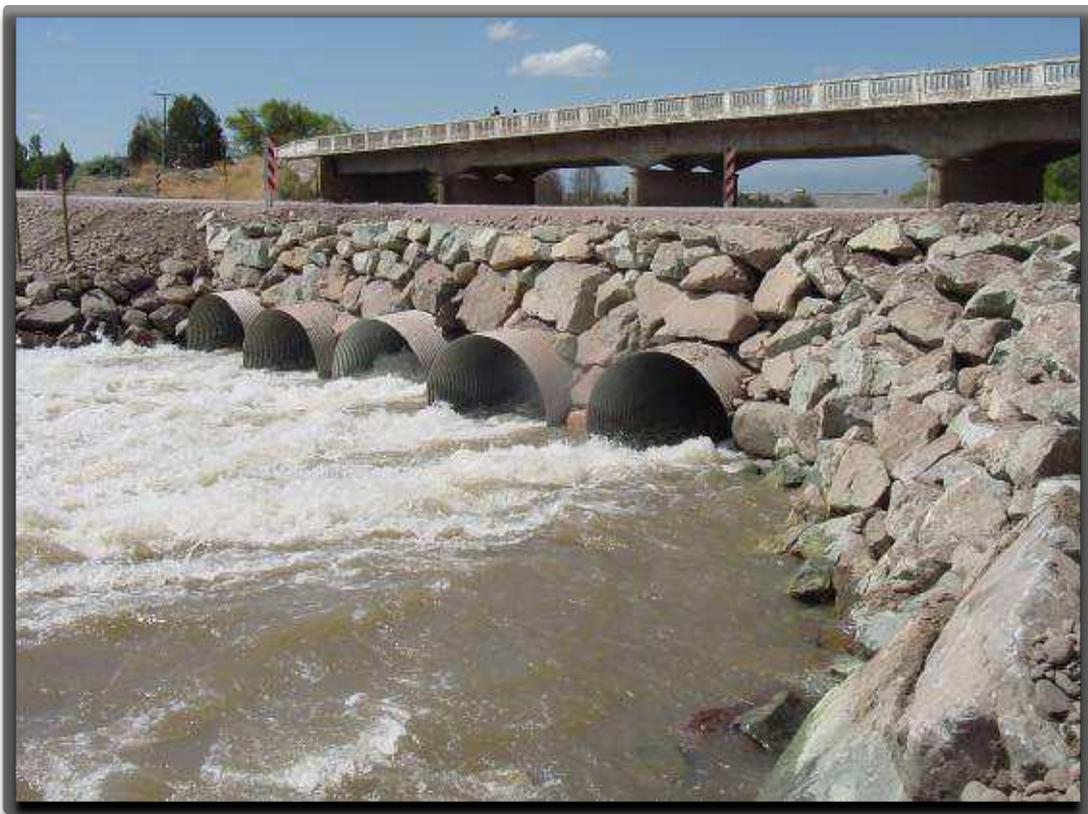


Figura 03. Vista general del desvío – Puente san Luis

Fuente: Valenzuela M ⁽⁵⁾

En los resultados a nivel del grado de estudio de las patologías del puente, se observó que la socavación está a un 70% entre agentes químicos y físicos, la cual pone en tela de juicio por ser la base de la estructura, la corrosión, ataque de cloruros, álcali-áridos, abrasión, desgaste, impacto, fisuras grietas, óxidos, representan el 30% de las patologías en la estructuras

La patología observada y por la cual se realizan los trabajos de refuerzo, corresponde a un problema de socavación en las 3 pilas piloteadas del puente, llegando a un orden de 2 metros. Producto de esto, las fundaciones sobre pilotes doble riel ferroviario presentan un alto grado de desgaste y oxidación.



Figura 04. Daños en las pilas centrales y laterales

Fuente: Valenzuela M ⁽⁵⁾

El presente estudio permite concluir sobre la factibilidad de realizar un refuerzo mediante el cambio del esquema estático de puentes de largo medio de vigas continuas de hormigón armado, utilizando para ello un arco atirantado con péndolas network en colaboración con péndolas verticales. Se entrega una nueva alternativa de refuerzo para puentes que presenten graves problemas de socavación o daño importante en sus pilas, gracias a la posibilidad de eliminación de ellas.

2.1.2 Antecedentes Nacionales:

a).(**Determinación y Evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanchará de tipo viga-losa, Andia E, Ayacucho 2016**)⁶ . Está presente investigación es una tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en la universidad católica los Ángeles de Chimbote,

El Objetivo general, en el presente proyecto se determinó y evaluó las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho y el grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes.



**Figura 05. Vista del Puente vehicular chanchará.
Fuente: Andia E ⁽⁶⁾**

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación fueron determinar el grado de afectación de los elementos estructurales del puente vehicular chanchará, a través de 02 tramos, la patología que tiene mayor incidencia es de eflorescencia con 229.42 m² equivalente a (25.44%), seguido de fisuras con 158.78 m² equivalente a (17.61%) y erosión por abrasión con 143.12 m² equivalente a (15.87%), estas son las patologías de mayor incidencia que han ocupado más áreas en el Puente Chanchará en sus diferentes componentes .



Figura 06 .Vista Panorámica del puente chanchará.
Fuente: Andia E ⁽⁶⁾

Conclusiones.

- ✓ El nivel de severidad en el puente se ha evaluado por tramos, las cuales han sido comparadas como se observa; donde el tramo I tiene nivel de severidad **Regular** y el tramo II tiene nivel de severidad **Pésimo**
- ✓ Por lo tanto se ha concluido que el estado actual del puente tiene nivel de severidad **Muy Malo**, según la tabla del MTC – 2006, debido a la socavación que existe en el estribo izquierdo.

- ✓ La socavación es la principal causa de algunas patologías encontradas en el puente a la vez la causante en la inclinación de la plataforma de dicha estructura; por este motivo se recomienda la señalización de seguridad.
- ✓ Se llegó a la conclusión que el 60.46% presenta patologías cuyo nivel de severidad es de orden 4 Muy malo. Recomienda realizar la demolición y posterior construcción del puente.



**Figura 07. Vista lateral del puente Chanchará aguas arriba.
Fuente: Andia E ⁽⁶⁾**

b).(Análisis de la vulnerabilidad estructural del puente de la av. Pakamuros, Barrantes T; Cajamarca 2017)⁷,La presente tesis, se logra dar respuesta al cuestionamiento de la necesidad de reparar el puente, a través de ensayos no Destructivos, los cuales fueron los siguientes: En el ensayo del Esclerómetro el valor promedio fue 174.16kg/cm², siendo el valor más bajo 119.5kg/cm². El cual está por debajo de la resistencia de diseño la cual fue 210kg/cm². Según el Manual de Diseño de Puentes MTC-2016, el cual indica que la resistencia mínima en el caso de Puentes debe ser 280kg/cm². Con lo que se concluye que no cumple con las especificaciones de diseño.

Los resultados del estudio de tráfico se obtuvieron de la siguiente manera: El día donde se obtuvo mayor volumen de vehículos fue el martes con 7420 veh/día, y el de menor fue el domingo 5230 veh/día. El IMD obtenido fue 6290 veh/día, lo que representa un alto volumen de tráfico que transita por el Puente Pakamuros, debido a que es la vía más importante de la ciudad de Jaén.



Figura 08. Vista del Puente Pakamuro.
Fuente: Barrantes T ⁽⁷⁾



**Figura 09. Vista de la losa del puente Pakamuro.
Fuente: Barrantes T ⁽⁷⁾**

Los daños y patologías encontradas en el puente Pakamueros son: fisuras, desgaste por abrasión, grietas, desprendimientos, descascamiento, filtración, eflorescencia y corrosión del acero en el concreto. Se concluye que la Ampliación de Puente Margen Derecho, Aguas arriba, presenta la más alta Vulnerabilidad Estructural.

c).(Evaluación y Determinación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente Confraternidad Internacional Este, Villacorta A, Huaraz 2014)⁸, En la presente investigación, se determinó y evaluó las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la provincia de Huaraz y con ello su grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes mediante la asignación de recursos a fin de prolongar su vida útil. Así mismo se encontró como patología relevante las grietas, las oxidaciones, corrosión y faltante de juntas, lo que afecta a la integridad del puente en su conjunto.El mayor grado de daño en lo que respecta a patologías fue el puente confraternidad internacional el más afectado, por ello requiere mejoramiento en los componentes de su estructura”



Figura 10. Deterioro de los Estribos – Puente Confraternidad
Fuente: Barrantes T ⁽⁷⁾

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES:

a)(**Evaluación Técnica de las Estructuras de los Puentes Carrozables de la Región, Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres (1º Puente), Puente Avelino Cáceres (2º Puente), Puente Miguel Grau, Puente Independencia; y la Influencia Patológica en su Vida Útil, Ipanaqué J., Piura 2014**)⁹, En esta presente tesis se determinó y evaluó las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la región de Piura y con ello su grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes.



Figura 10. Puente Bolognesi.
Fuente: Ipanaqué J ⁽⁹⁾

Los resultados para la determinación del grado de daño por las patologías de los componentes del Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia de la Región de Piura, en función a los resultados fueron obtenidos de acuerdo a la guía de inspección para puentes (MTC-Perú); 2006.



Figura 11. Puente Cáceres – Piura
Fuente: Ipanaqué J ⁽⁹⁾

En esta investigación se concluyó que pavimento de los 07 puentes evaluados, presentan desgaste por el continuo tránsito, y las juntas de expansión de ambos puentes se encuentran en mal estado de conservación.

Las patologías más incidentes son: grietas, deterioro, deformación, eflorescencia, oxidación, básicamente presentes en los accesorios del puente (barandas, pavimento, junta de expansión, veredas, etc).

b)(Guía para el diseño de puentes con vigas y losa, Seminario M., Piura 2004)¹⁰, Este proyecto de tesis tiene como objetivo proveer los lineamientos generales del diseño de puentes con vigas y losa de acuerdo a la normatividad vigente. Es decir el “Manual de Diseño de Puentes” del MTC – DGCF que está basado en “Standard Specifications for Highway Bridges” de AASHTO.

Donde se recopila las cargas de diseño las principales normas y criterios del diseño de losas y vigas, consideraciones del proceso constructivo en el diseño, estudio de las subestructuras, de los sistemas de apoyos y juntas, del diseño de un puente desde su localización, alineación, y elección del tipo de estructura hasta el diseño estructural de la losa y de las vigas longitudinales.

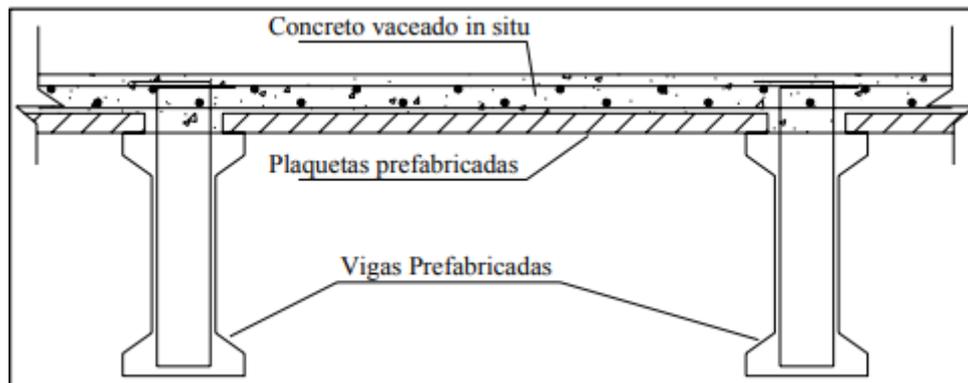


Figura 12. Fabricación de losas por medio de plaquetas.
Fuente: Ipanaqué J⁽¹⁰⁾

2.2 BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION

2.2.1 La Norma the AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Design, Edition 17^a, (2002)¹¹

Los puentes son elementos principales en las carreteras y sus funciones son distintas desde unir grandes tramos por la separación de un río, o los viaductos que sirven para unir caminos separados por terrenos profundos, hasta los que se utilizan en los pasos a desnivel. Estas especificaciones rigen el diseño de la mayor parte de los puentes de los Estados Unidos. Por lo general, los departamentos estatales de carreteras adoptan estas especificaciones de puentes de la AASHTO como sus normas mínimas para el diseño de puentes de carretera. Las especificaciones estándar para el diseño de puentes de carretera del AASHTO están constituidas de tres divisiones. La primera división establece los requisitos para diseño, la segunda proporciona los requerimientos para el diseño sísmico, y la tercera división hace referencia a los requisitos de la construcción.

2.2.2 Directiva N° 01-2016-MTC/14 “Guía para inspección de Puentes Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2006)¹”

El objetivo de la Guía es proporcionar pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados.

En un contexto geográfico como el peruano, con una parte de su población ubicada en áreas rurales, las carreteras toman importancia para la integración e interconexión del país. Por esta razón, entre otras, es muy importante que el sistema nacional de carreteras permanezca en buenas condiciones de transitabilidad, a fin de que el transporte se efectúe en forma eficiente y seguro.

En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera y, aplicando una metáfora, una cadena no está más fuerte que su eslabón más débil; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país. La condición de los puentes de la Red Vial del Perú varía Considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso,

generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes.

Los puentes además, se ven afectados, entre otros aspectos, por las sobre cargas, influencia del ambiente, fenómenos naturales como terremotos e inundaciones, lo que origina su deterioro. El fenómeno periódico climático conocido como “El Niño” es el factor de la naturaleza que más afecta la condición de la Red Vial del Perú, causando fuertes precipitaciones e inundaciones que, frecuentemente, ocasionan grandes pérdidas económicas y sociales, que se reflejan en pérdidas en la infraestructura, en la producción y en la actividad económica general del Perú

Equipos y/o herramientas para las inspecciones

Para efectuar las inspecciones, se requiere como mínimo, sin ser limitativo, Los siguientes equipos y/o herramientas:

a) Herramientas para Limpieza

- Cepillo de alambre.
- Cinturón de herramientas.
- Pala plana.



Chalecos reflectantes.

- Casco.
- Botas.
- Gafas.



b) Herramientas para ayuda visual

- Binoculares.
- Flexómetro de 5 m.
- Wincha de 30 m.
- Plomadas.
- Nivel de carpintero de 1 m.
- Lupas micrométricas.



- Vernier.
- Medidor de grietas óptico.
- Medidor de espesor de pintura.
- Termómetro.- Crayola o tiza.
- Espejos de inspección.
- Tinte penetrante.
- Endoscopios.



c) Herramientas para documentación

- Cámaras fotográficas.
- Libreta de campo.
- Video cámara.



d) Herramientas para acceso

- Escaleras.
- Pasarelas.
- Canastillas.
- Arneses.
- Tilfor.
- Poleas.
- Chalecos salvavidas.
- Correa de seguridad.



e) Herramientas para miscelaneas

- Caja de herramientas (llaves)
- Botiquín de primeros auxilios.
- Radios (walkie-talkies)
- Linterna.
- Martillo, pala plana, destornillador, navaja.



f) Equipo de señalamiento para inspección de calzadas:

- Conos de plás y demás señales de seguridad.
- Triangulos

g) Equipo para la verificación de los niveles del puente:

- Teodolito.
- Nivel.

- Mira.
- Winchas.
- Jalones y estacas.
- Libreta de campo.



TIPO DE PUENTE	CARACTERÍSTICAS					
	MATERIAL	CONDICIONES BORDE	SECCION TRANSVERSAL	PERALTE h	UBICACIÓN TABLERO	GEOMETRÍA PLANO
LOSA	CONCRETO ARMADO, CONCRETO PRETENSADO	SIMP. APOYADO CONTINUO	LOSA SÓLIDA LOSA NERVADA LOSA CELULAR	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
LOSA CON VIGAS	VIGA CONC. ARMADO, VIGA CONC. PRETENSADO, VIGA ACERO	SIMP. APOYADO CONTINUO GERBER	VIGA RECTA VIGA I VIGA CAJON	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
PORTICO	CONCRETO ARMADO, CONCRETO PRETENSADO, ACERO	ARTICULADO EMPOTRADO CON VOLADOS ATRANTADOS	VIGA RECTA VIGA I VIGA CAJON	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
ARCO	CONCRETO ARMADO ACERO	ARTICULADOS EMPOTRADO	LOSA VIGAS	CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INTERMEDIO TAB. INFERIOR	RECTO
RETICULADO	ACERO	SIMP. APOYO CONTINUO GERBER	VARIOS	CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INFERIOR	RECTO
COLGANTE	CABLES DE ACERO + ACERO	EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
ATRANTADO	CABLES DE ACERO + ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ SIMP. APOYADO	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
MODULAR	ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ SIMP. APOYADO	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
ALCANTARILLA	CONCRETO ACERO	SOBRE TERRENO	CELULAR (1 o MAS) SUPERSPAN (1 o MAS)	CONSTANTE	TAB. SUPERIOR	RECTO ESVIADO

Tabla N° 02 características principales de los diferentes tipos de puentes
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú

2.2.3 AASHTO LRFD Bridge Design Specification, 3ª Edition (2004)¹².

Estas especificaciones contienen los requisitos para el diseño, evaluación y rehabilitación de puentes carreteros tanto fijos como móviles, pero no se incluyen requisitos para puentes ferroviarios ni para puentes usados exclusivamente para el tendido de servicios públicos. Además, los aspectos mecánicos, eléctricos y otros especiales relacionados con la seguridad de los vehículos y peatones no están cubiertos con estas especificaciones. Los requisitos de estas especificaciones se pueden aplicar a los puentes que no están totalmente cubiertos por este documento, cuidando de incluir criterios de diseño adicionales cuando sea

necesario. No es la intención de estas especificaciones reemplazar la capacitación y el criterio profesional del diseñador; sólo establecen requisitos mínimos necesarios para velar por la seguridad pública. Los requisitos de diseño de estas especificaciones emplean la metodología del diseño por factores de carga y resistencia (LRFD).

Los factores fueron desarrollados a partir de la teoría de la confiabilidad en base al conocimiento estadístico actual de las cargas y el comportamiento de las estructura.

Las especificaciones AASHTO para el diseño de puentes por el método LRFD están constituidas de catorce secciones que se indican a continuación:

1. Introducción
2. Características generales y de ubicación
3. Cargas y factores de carga
4. Análisis y evaluación estructural
5. Estructuras de hormigón
6. Estructuras de acero
7. Estructuras de aluminio
8. Estructuras de madera
9. Tableros y sistemas de tablero
10. Fundaciones
11. Estribos, pilas y muros
12. Estructuras enterradas y revestimientos para túneles
13. Barandas
14. Juntas y apoyos

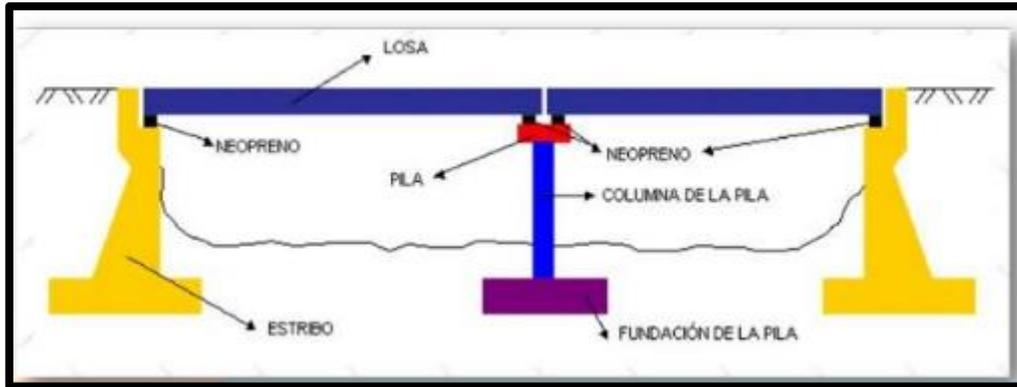


Figura 12. Componentes de un puente.
Fuente: AASHTO LRFD ⁽¹¹⁾

.2.2.4 Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 “Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016)”¹³

El Manual de Puentes brinda las pautas necesarias para el planeamiento, el análisis y el diseño, de puentes carreteros. Se especifican en cada caso los requisitos mínimos, quedando a criterio del ingeniero estructural utilizar los límites más estrictos o complementar estas especificaciones en lo que resulte pertinente.

El Título I del Manual, se refiere a los aspectos de ingeniería básica, que incluyen los estudios; topográficos, hidrológicos e hidráulicos, geológicos, geotécnicos, sísmico, impacto ambiental, tráfico, alternativas de diseño vial, alternativas de anteproyecto y factibilidad; sin los cuales no sería posible desarrollar el proyecto. Estos aspectos tienen singular importancia, más aún por las condiciones muy variadas y a menudo difícilmente impuestas por la geografía y los desastres naturales.

El Título II del Manual, presenta los aspectos de diseño que son, en gran parte, una adaptación del AASHTO en su versión LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS del año 2014, Séptima Edición. Asimismo la entidad y/o propietario podrá considerar las actualizaciones de la AASTHO LRFD BRIDGE DESIGN. La AASHTO LRFD, ha sido tradicionalmente las más utilizadas, desde hace más de 70 años, por los profesionales peruanos dedicados al diseño y a la construcción de puentes. En aspectos tales como las sobrecargas de camiones se

mantiene las ideas básicas de las especificaciones AASHTO. La sobrecarga especificada en este Manual corresponde a la denominada AASHTO HL-93.

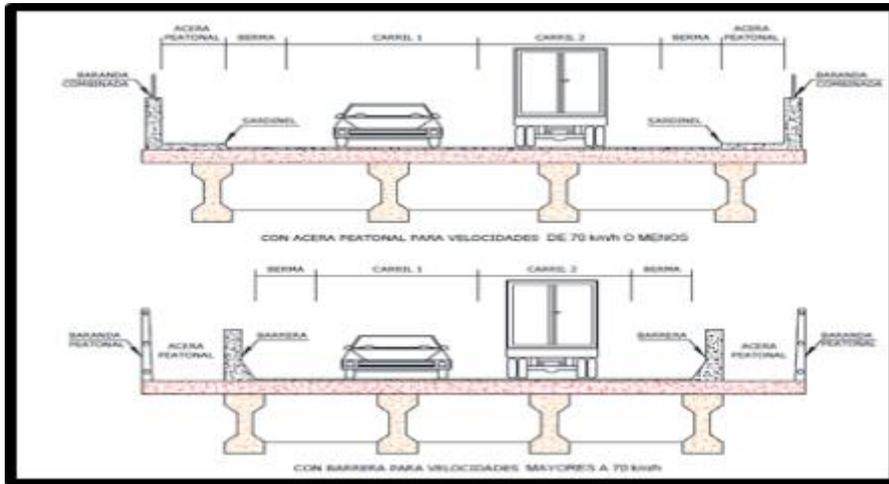


Figura 13. Secciones Transversales del Tablero.
Fuente: MTC Perú ⁽¹³⁾

El formato adoptado para este Manual es el de “Cargas y Resistencias Factoradas” (LRFD), lo que permite la consideración adecuada de la variabilidad tanto en las cargas como en las propiedades de los elementos resistentes. Los puentes se diseñan para satisfacer una serie de condiciones, límite de seguridad y de servicio, todas ellas de igual importancia, teniendo en cuenta, también aspectos constructivos, de posibilidad de inspección, de estética y de economía. El formato LRFD es más racional que el tradicional diseño en condiciones de servicio, lo que explica la tendencia mundial hacia la adopción de códigos en ese formato.

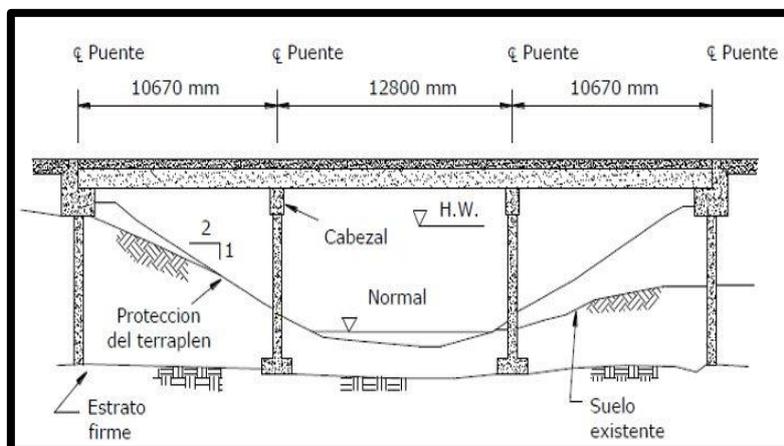


Figura 14. Diseño de Puentes
Fuente: MTC ⁽¹³⁾

2.2.5. NORMA E.030 DISEÑO SISMORESISTENCIA¹⁴ Cap 1, se dice.

El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad. Para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se podrá usar esta Norma en lo que sea aplicable. Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: tsunamis, fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros

Filosofía y Principios del Diseño Sismo resistente La filosofía del Diseño Sismo resistente consiste en:

- a. Evitar pérdida de vidas humanas.
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la presente Norma los siguientes principios:

- a. La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- b. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- c. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 5, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en Condiciones operativas luego de un sismo severo.

Concepción Estructural Sismorresistente Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos: - Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces. - Peso mínimo, especialmente en los pisos altos. - Selección y uso adecuado de los materiales de construcción. - Resistencia adecuada frente a las cargas laterales. - Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación. - Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico. - Deformación lateral limitada. - Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural). - Consideración de las condiciones locales. - Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa

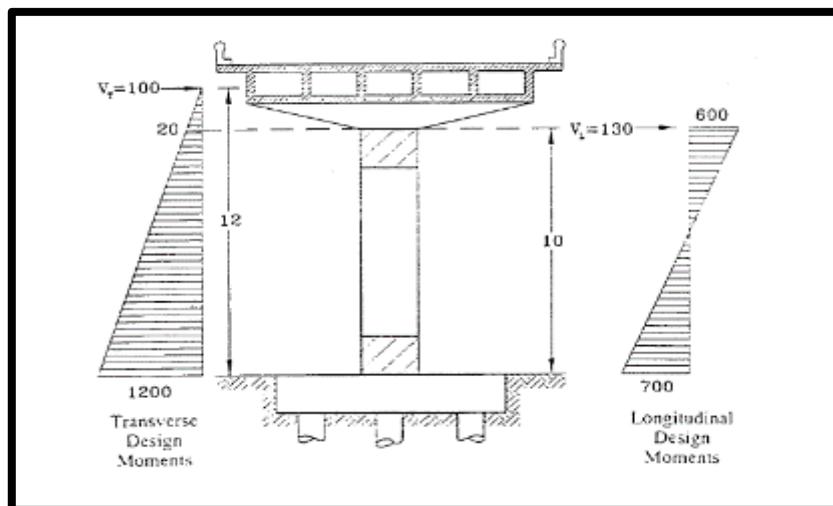


Figura 15. Diseño de Momentos en la estructura del puente.
Fuente: Reglamento nacional de Edificaciones ⁽¹⁴⁾



Figura 16. Construcción de un puente.
Fuente: Reglamento nacional de Edificaciones ⁽¹⁴⁾

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 PUENTES

a). Definición.-

(Aranis, 2006)¹⁵. Los puentes son unas estructuras que permiten la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural o artificial, la vía puede ser natural clásicamente un río o quebrada, lago o mar el obstáculo artificial puede ser una carretera, calle o avenida u otra construcción hecha por un hombre.

Un puente es una obra de arte con la que se salva un obstáculo, dando continuidad a una vía conectando dos puntos, los obstáculos a salvar pueden ser otra vía, ya sea carretable o férrea. Una corriente de agua o una depresión del terreno. Se construyen con el fin de permitir la circulación de personas, vehículos, trenes y líquidos.



Figura 17. Puentes Preesforzados.

Fuente: Aranis, 2006 ⁽¹⁵⁾

b).clasificación de puentes

(M. Transportes, 2016)¹³

Los puentes se clasifican de diferentes maneras:

✓ Según la naturaleza de la vía soportada

Se distinguen puentes para carretera, para ferrocarril, para trenes eléctricos de pasajeros, para acueductos, puentes para peatones y los puentes para aviones que existen en los aeropuertos; también existen puentes de uso múltiple.



Figura 18. Puentes para carreteras

Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

✓ Según el material

Existen puentes de piedra, madera, sogas, hierro, acero, concreto armado, concreto pre esforzado, y últimamente de materiales compuestos (fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.). La clasificación se hace considerando el material constitutivo de los elementos portantes principales.



Figura 19. Puentes de Piedra y acero

Fuente: MTC ⁽¹³⁾

✓ **Según el sistema estructural principal**

Los puentes se clasifican en las siguientes tres grandes categorías:

Los puentes tipo viga, los puentes tipo arco, y los puentes suspendidos.

▪ **Los puentes tipo viga**

Pueden ser de tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos tipo gerber o cantiléver, tramos hiperestáticos o continuos. En los puentes tipo viga, el elemento portante principal está sometido fundamentalmente a esfuerzos de flexión y cortante. Los puentes losa se clasifican dentro de los puentes tipo viga, a pesar que el comportamiento de una losa es diferente al de una viga o conjunto de vigas.



Figura 20. Puentes Tipo Vigas
Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

▪ **Los puentes en arco**

Pueden ser de muy diversas formas, de tablero superior, de tablero intermedio y de tablero inferior, de tímpano ligero o de tímpano relleno o tipo bóveda. Los puentes pórtico pueden ser considerados un caso particular de los puentes tipo arco, existen con columnas verticales y con columnas inclinadas.



Figura 21. Puentes Tipo Arco
Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

- **Los puentes suspendidos**

Pueden ser colgantes, atirantados o una combinación de ambos sistemas.

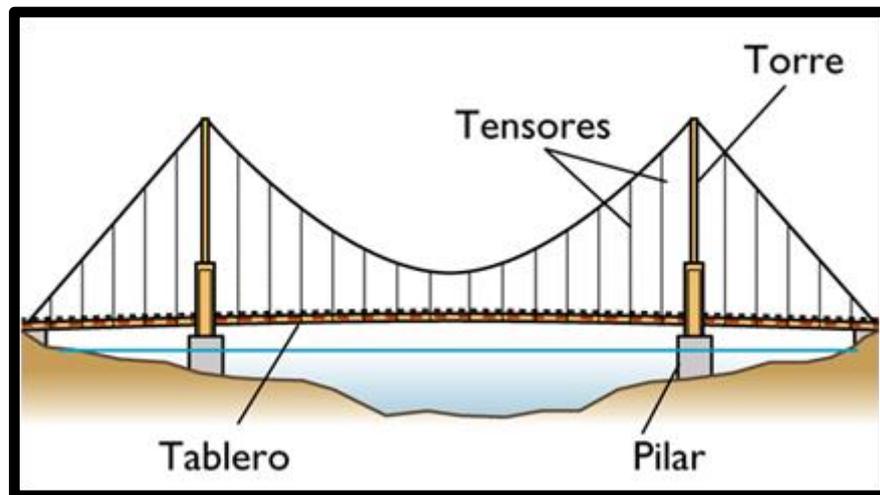


Figura 22. Puentes Suspendidos.
Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

- ✓ **Según la forma de la geometría en planta**

Los puentes pueden ser rectos, esviados o curvos.



Figura 23.- Puentes Rectos.
Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

✓ **Según su posición respecto a la vía considerada**

Se clasifican como pasos superiores y pasos inferiores.

✓ **Según el tiempo de vida previsto**

Los puentes se clasifican en puentes definitivos y en puentes temporales.

▪ **Puentes Definitivos**

Los puentes definitivos deben ser diseñados para una vida en servicio de 75 años. Para los puentes definitivos se debe dar preferencia a los esquemas estructurales con redundancia, ductilidad, mayor durabilidad y facilidad de mantenimiento.

▪ **Puentes Temporales**

Los puentes temporales son aquellos cuya utilización debe ser por un tiempo limitado no mayor de 5 años. Para los puentes temporales se pueden utilizar esquemas estructurales con menor redundancia, por ejemplo: puentes prefabricados modulares simplemente apoyados, en cuyo caso se debe usar un factor de redundancia $nR \geq 1,05$. En cuanto a los materiales estos serán de acuerdo a las especificaciones particulares que establezca la Entidad en cada caso. Los puentes temporales deben ser diseñados para las mismas condiciones y exigencias de seguridad estructural que los puentes definitivos.

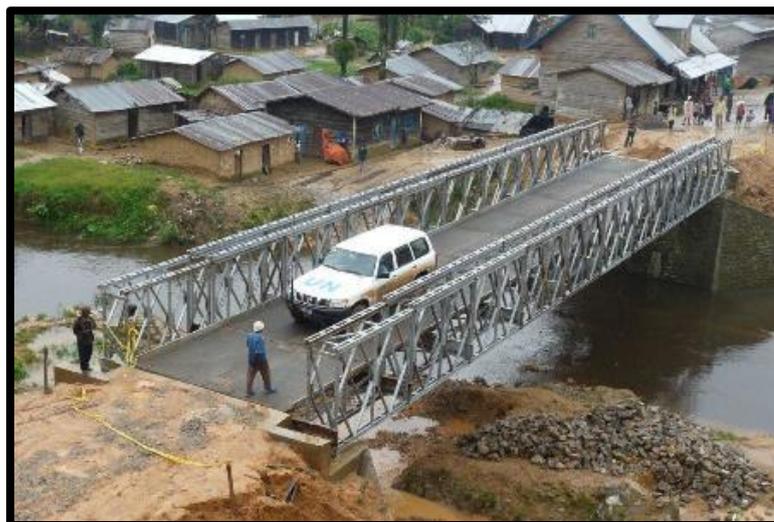


Figura 24.- Puentes prefabricados.

Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

✓ **Según la Demanda de Tránsito y Clase de la Carretera**

En el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2013, Sección 101 se clasifica las carreteras en función de la demandad de tránsito como: Autopistas de Primera Clase, Autopistas de Segunda Clase, carreteras de 1ra. Clase, de 2da. Clase, de 3ra. Clase y Trochas Carrozables. En consecuencia, por consistencia con la norma de diseño de carreteras, los puentes en el Perú se clasificaron en la misma forma: ·

- Puentes para Autopistas de Primera Clase ·
- Puentes para Autopistas de Segunda Clase ·
- Puentes para carreteras de 1ra. Clase ·
- Puentes para carreteras de 2da. Clase ·
- Puentes para carreteras de 3ra. Clase
- Puentes para Trochas Carrozables



Figura 25.- Puentes para Autopistas.

Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

La sección transversal en los puentes mantendrá la sección típica del tramo de la carretera en el que se encuentra el puente, incluyendo las bermas. El diseño geométrico de la sección transversal de los puentes, deberá cumplir con lo establecido en el Artículo 2.1.4.3.2.



Figura 26.- Puentes para Trochas Carrozables.

Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

✓ **Clasificación de acuerdo a la Importancia Operativa**

Para el diseño del puente, el propietario debe asignar la importancia operativa del puente de acuerdo a la siguiente clasificación

- Puentes Importantes
- Puentes Típicos
- Puentes relativamente menos importantes



Figura 27. Puente elevado para autopista

Fuente: MTC 2016 ⁽¹³⁾

c). Tipología de puentes

Puentes Convencionales.

(Aranis C. 2006)¹⁵. Son todos aquellos puentes que facilitan en el cálculo y diseño, y están sujetos a las normas Aashto y Lrfd, como es el caso de: Puente losa, Puentes viga losa, Puentes con vigas pretensadas, Puentes con vigas cajón pretensadas, Puentes de tableros mixtos, Puentes reticulados de acero.

- **Puentes losa:** Son puentes de concreto armado, de un solo tramo, generalmente oscilan en longitud de 6m hasta 20m aprox, estos dependerán del tipo de losa sea maciza, nervada o alivianada.

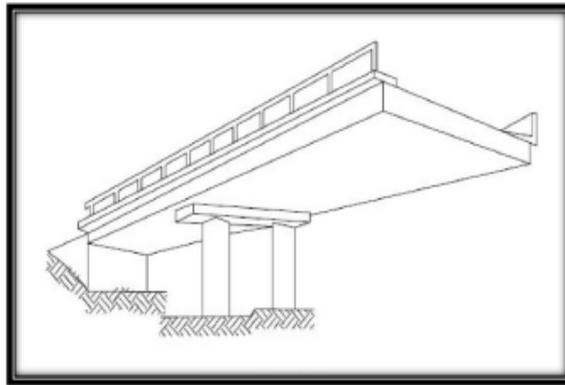


Figura 28.- Puente de losa.
Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes vigas losa:** son estructuras de concreto armado o acero estructural pueden ser de modo isostáticos o continuas, separados por tramos, en su diseño incorpora vigas tanto longitudinales y transversales, estos puentes oscilan de 15m hasta 60m aprox.

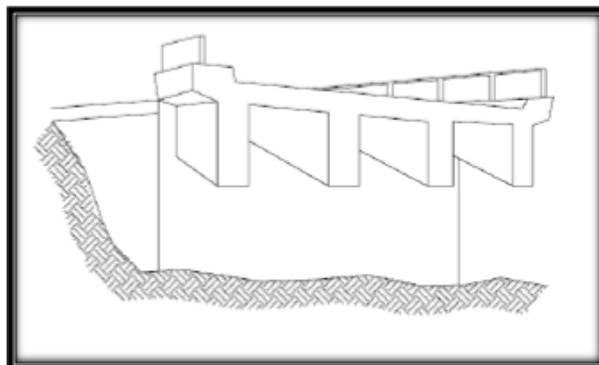


Figura 29.- Puente viga losa de concreto armado.
Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes Pretensadas:** Son puentes de losa con vigas, se caracterizan por tener concreto pretensado en las vigas, pueden diseñarse en sección doble T prefabricadas y en varios tramos con longitudes que oscilan entre 20m hasta 85m aprox.

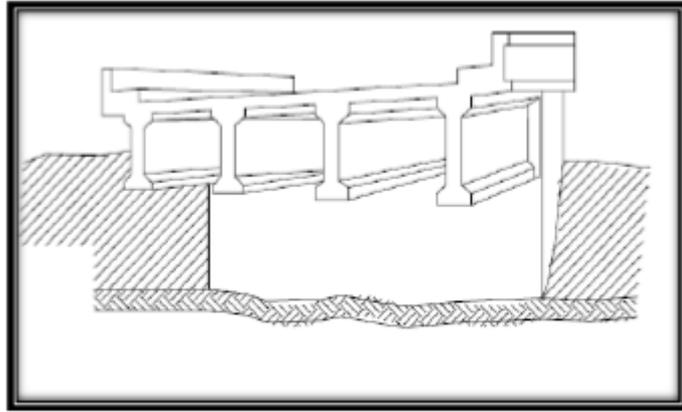


Figura 30.- Puente de losa con viga de concreto pretensado.

Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes vigas cajón pretensadas:** Son puentes de concreto armado y acero estructural con sección cajón como tablero de inercia constante o inercia variable, su diseño en longitud puede oscilar entre 50m hasta 200m aprox.

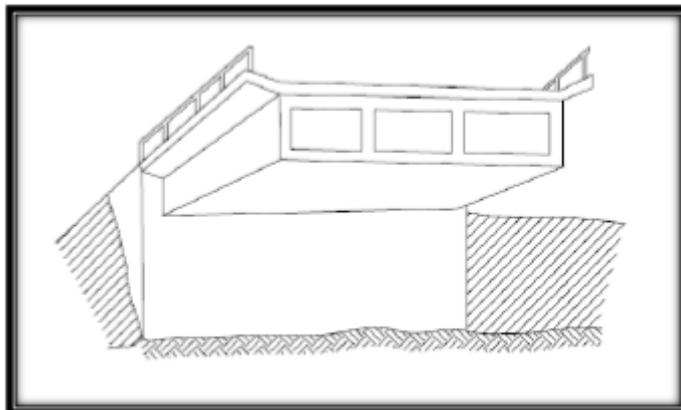


Figura 31.- Puentes vigas cajón pretensadas.

Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes de tableros mixtos:** Son puentes de vigas, se diferencian porque en su diseño y construcción se puede observar de tramos de distintas secciones y materiales, pueden ser de vigas de acero y también vigas de concreto armado, estos puentes oscilan entre 30m hasta 150m aprox.

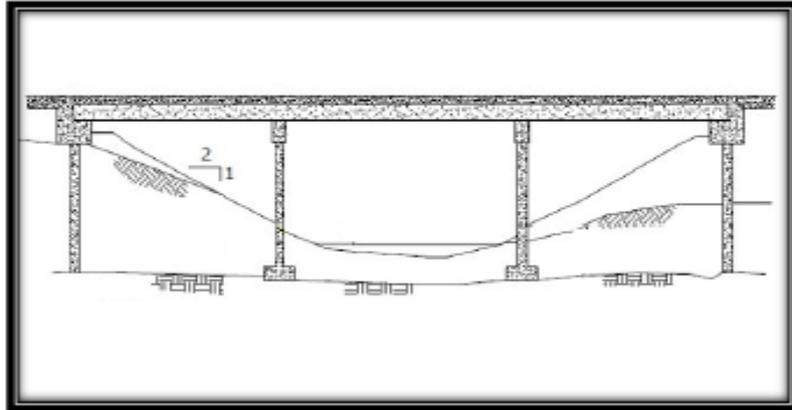


Figura 32.- Puentes de tableros mixtos.

Fuente: Aranís C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes reticulados de acero:** Son puentes generalmente de acero, se pueden encontrar de distintos tipos la altura de las barras será $0.1L$, son considerados estáticamente trabajables por la distribución de fuerzas internas hacia el arriostrado y finalmente al 23 estribo, pueden ser isostáticos, continuos y de altura variable, la longitud oscila entre 30m hasta 450m aprox.

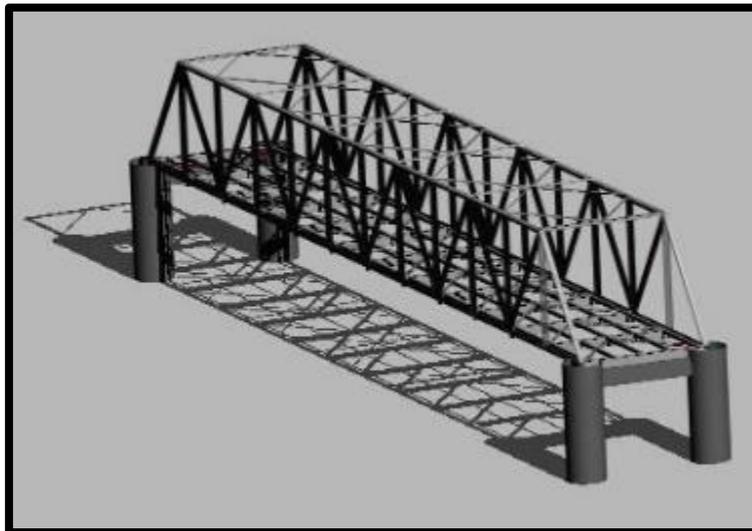


Figura 33.- Puentes reticulados de acero.

Fuente: Aranís C ⁽¹⁵⁾

Puentes No convencionales.

Son aquellos puentes que presentan más dificultad y exigencia en el cálculo y diseño, además va más allá de las normas mencionadas anteriormente, sea el caso de: Puentes en arco, Puentes atirantados, Puentes en pórtico, Puentes colgantes.

- **Puentes en arco:** Son puentes no convencionales pueden ser de concreto armado y acero estructural, se subdividen en tres: el puente en arco con tablero superior, puente en arco con tablero intermedia y puente en arco con tablero inferior, generalmente están atirantadas, la longitud de diseño oscila entre 1.20m hasta 6.50m aprox.

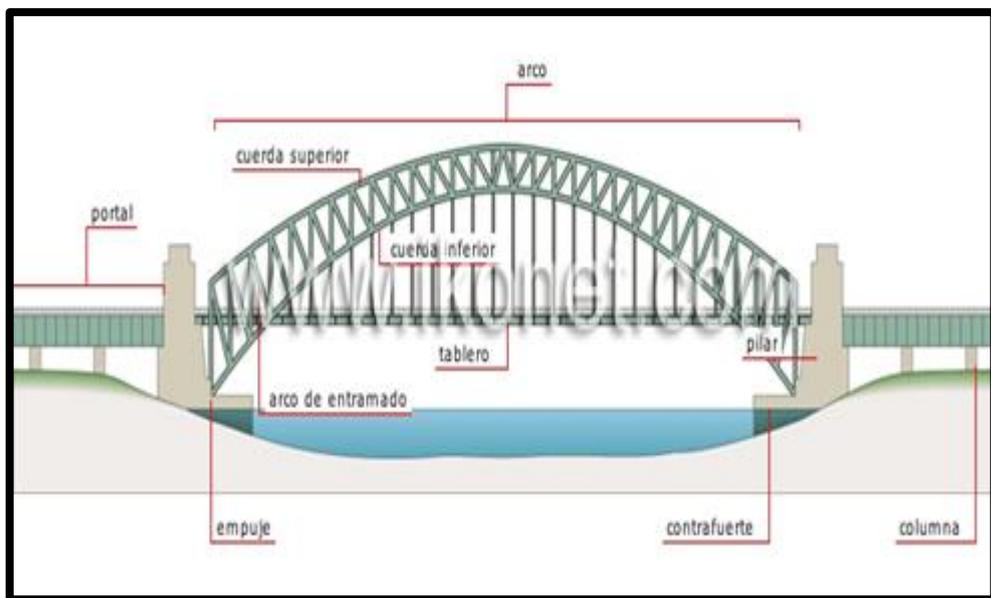


Figura 34.- Puentes en arco.

Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes atirantados:** Perteneciente al grupo de puentes no convencionales, estos puentes se caracterizan por conectar los cables rectos hacia el tablero y la torre central o extremo, pueden ser de concreto armado y acero, la longitud oscila entre 200 hasta 800m aprox.

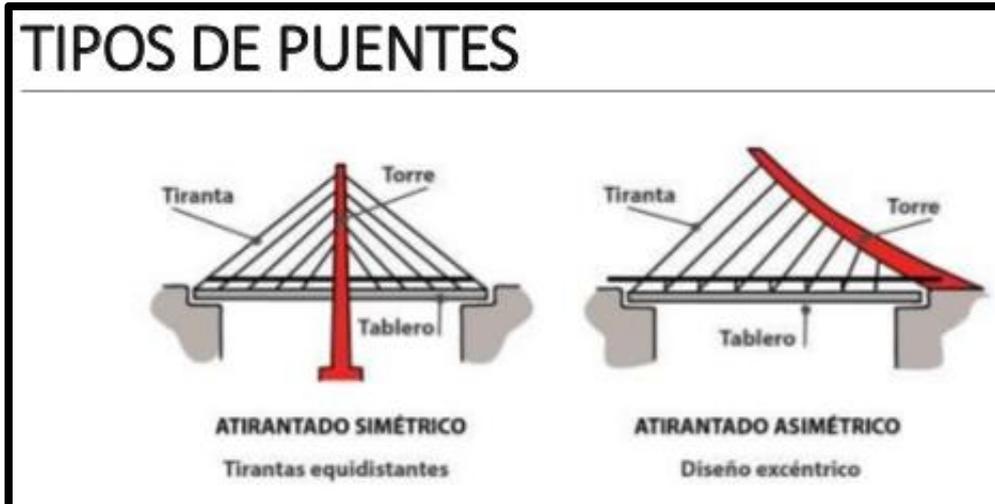


Figura 35.- Puentes atirantados.

Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes pórtico:** El puente pórtico más que un tipo de estructura de puente con carácter propio es una estructura intermedia entre el arco y la viga por lo que presenta características propias de ambos. Tienen pilas y tablero igual que los puentes viga pero éstos son solidarios, lo que da lugar a un mecanismo resistente complejo porque en él interviene la resistencia a flexión de sus elementos. Al mismo tiempo se produce un efecto pórtico debido a las reacciones horizontales que aparecen en sus apoyos.

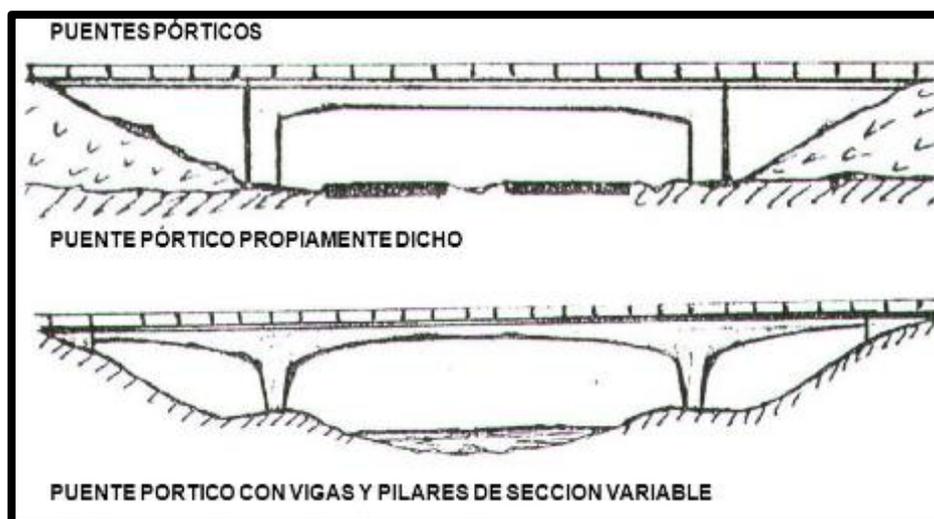


Figura 36.- Puentes atirantados

Fuente: Aranis C ⁽¹⁵⁾

- **Puentes colgantes:** Llamada también madre de los puentes, por considerarse que se pueden construir de mayor longitud, pueden ser simples o múltiples, están sujetas por cables principales y secundarios conectados a un base llamada cimiento de anclaje, su longitud oscila entre los 800m hasta 1900m aprox.

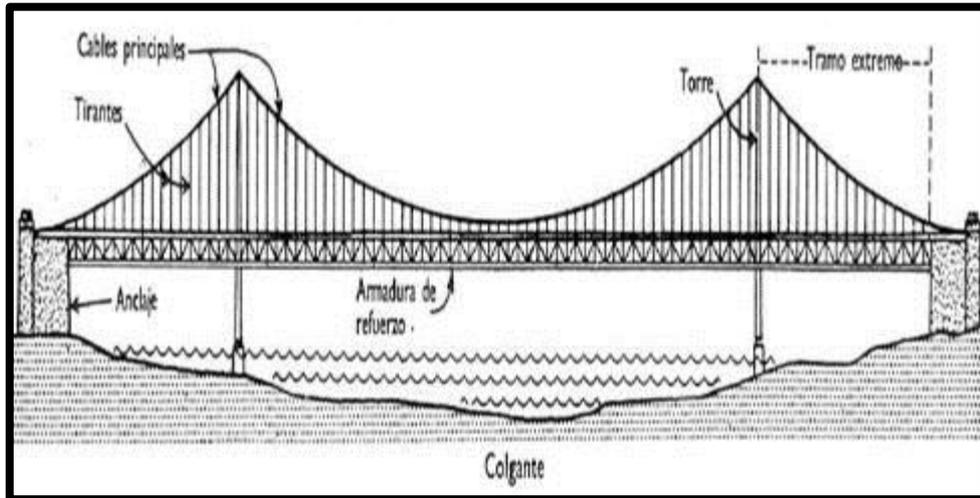


Figura 37.- Puentes colgantes
Fuente: Aranís C ⁽¹⁵⁾

(Contreras P. y Reyes R)¹⁶, Los puentes se construyen con el fin de permitir la circulación de personas, vehículos, trenes y líquidos. Se consideran de la siguiente manera:

Puentes Isostáticos

Son las estructuras en las cuales el tablero son estáticamente independientes de los entre tableros y en lo concerniente a flexión para los apoyos.

Puentes Hiperestáticos

Son aquellos puentes que aunque los tableros son independientes uno de otros desde el punto de vista estático existe alguna relación de dependencia con los apoyos.

d).Partes de un puente

(Fajardo Niño & Viasús Pérez, 2007)¹⁷, Los puentes se dividen en dos partes fundamentales:

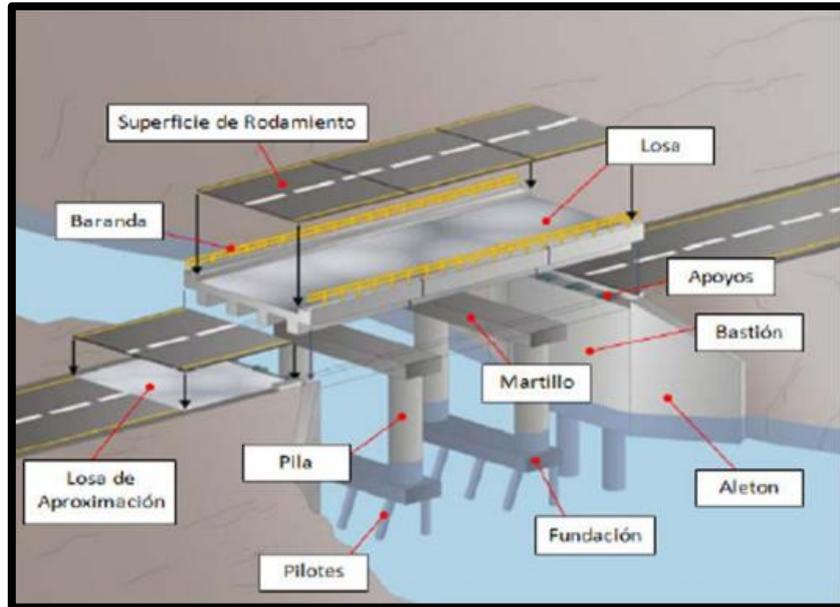


Figura 38.- Componentes de un Puente

Fuente: Fajardo Niño & Viasús Pérez ⁽¹⁷⁾

❖ **Superestructura**

Es la parte del puente que recibe directamente la carga viva. Su posición relativa con respecto a la subestructura es variable, pudiendo ser superior intermedia o inferior, comprende todos los componentes de un puente arriba de los soportes, llámese a capa de rodamiento, tablero, miembros o vigas principales, miembros o vigas secundarias llamadas también Diafragma, riostras laterales, adicionan también veredas y barandas.

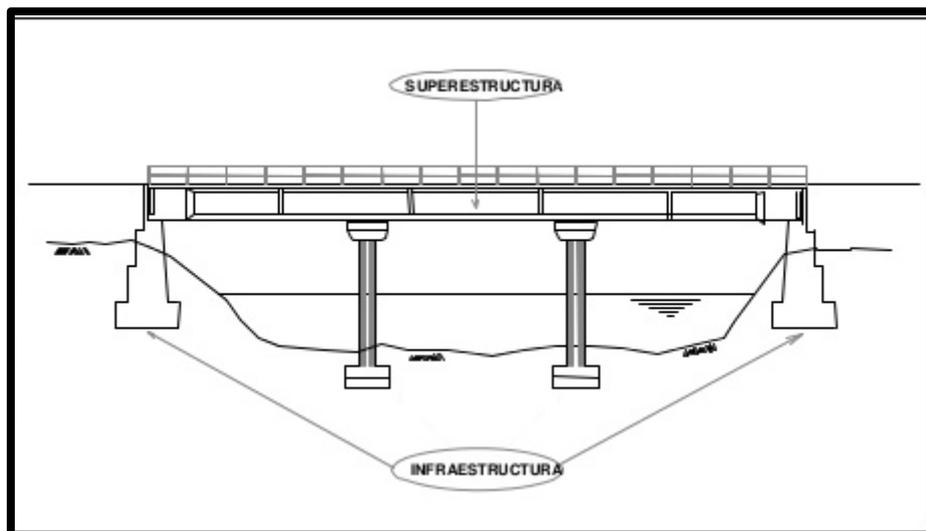


Figura 39.- Partes de un puente.

Fuente: Fajardo Niño & Viasús Pérez ⁽¹⁷⁾

Componentes del puente

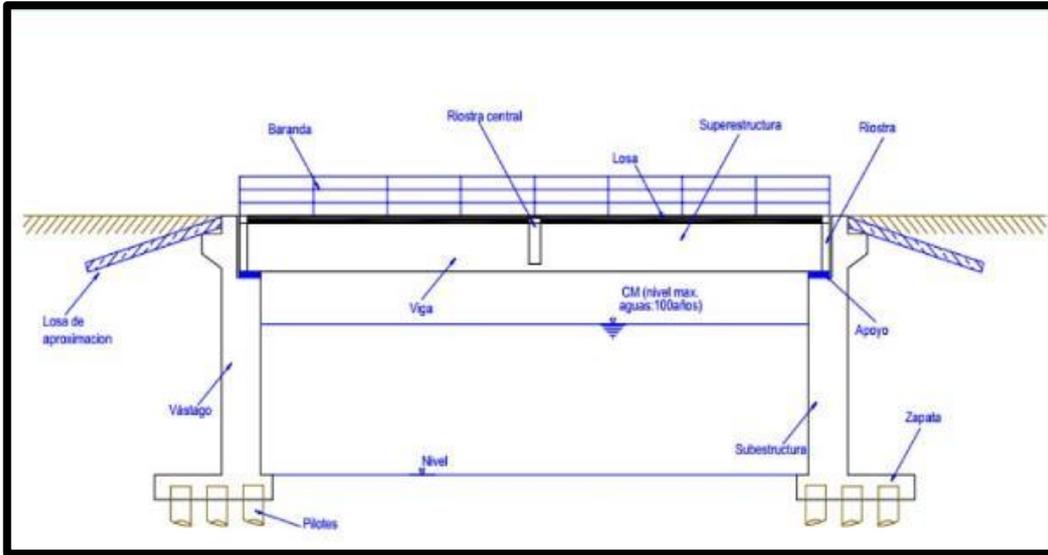


Figura 40.- Partes de un puente.

Fuente: Fajardo Niño & Viasús Pérez ⁽¹⁷⁾

- **Tablero**

(Apaza, 2012)¹⁸. Conformada por la losa de concreto armado. Es el elemento sobre el cual se aplica directamente las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos transmitidos a la estructura portante.

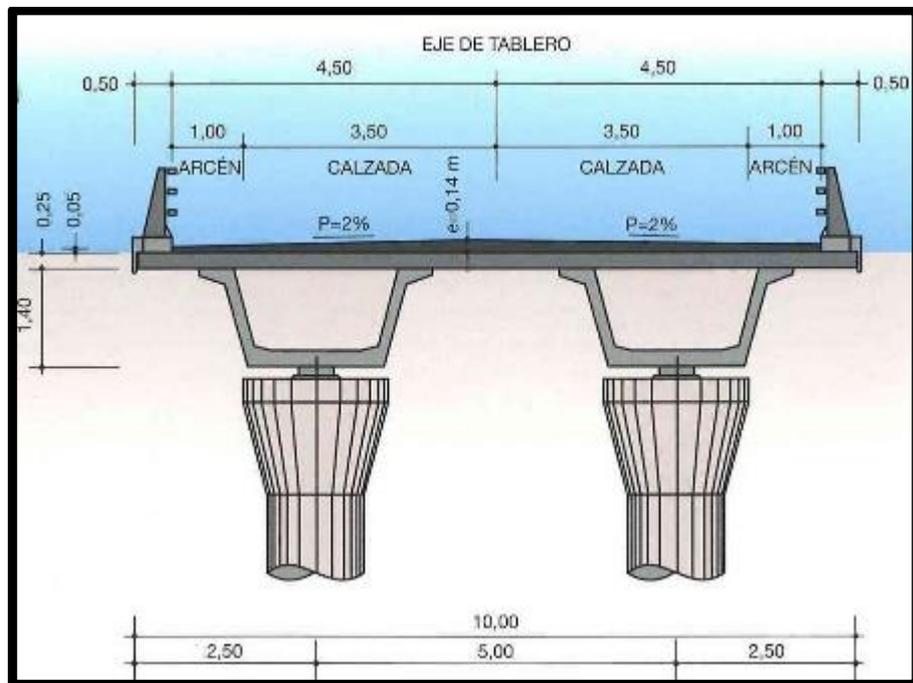


Figura 41.- Tablero de un puente

Fuente: Apaza ⁽¹⁸⁾

- **Vigas Principales**

(Seminario Manrique, 2004)¹⁰ Las vigas constituyen el elemento estructural que soporta la losa. En la actualidad, existen muchos tipos de vigas. Según la forma de su sección transversal, las vigas pueden ser vigas rectangulares, vigas T, vigas I, vigas Cajón, etc. Según el material las vigas más comunes pueden ser de madera, concreto o acero. A su vez, las vigas de concreto pueden ser armadas, pretensadas o postensadas.

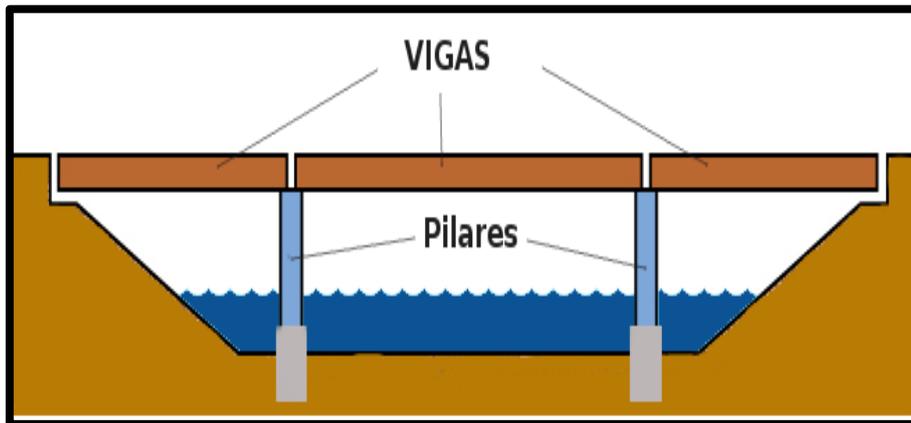


Figura 42.- Vigas principales de un puente.

Fuente: Seminario Manrique ⁽¹⁰⁾

- **Diafragmas**

Son vigas transversales a las anteriores y sirven para su arriostramiento. En algunos casos, pasan a ser vigas secundarias cuando van destinadas a transmitir cargas del tablero a las vigas principales.

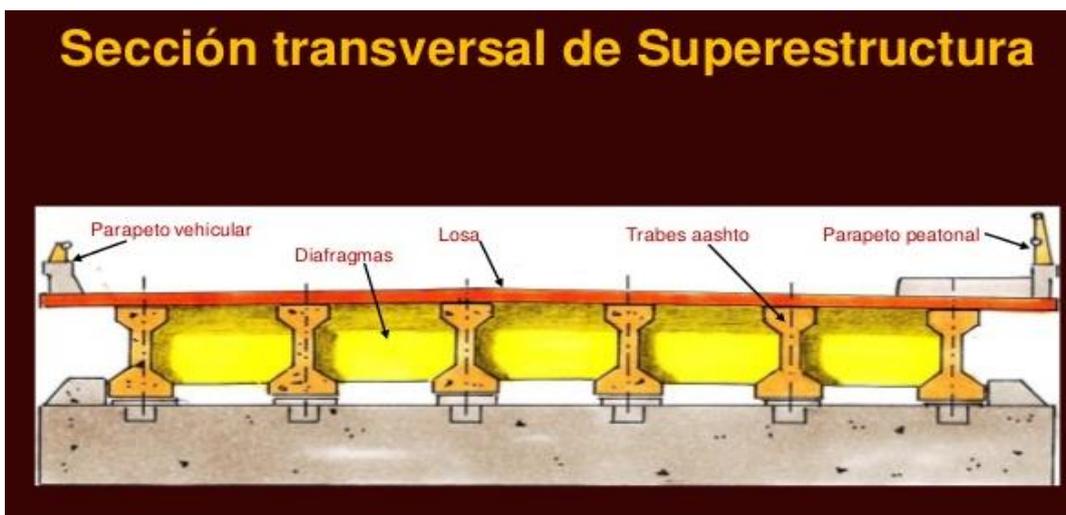


Figura 43.- Diagramas de un puente.

Fuente: Seminario Manrique ⁽¹⁰⁾

- **Riostras laterales**

Pieza que se coloca de forma oblicua en un armazón para que éste no se deforme.

- **Veredas y barandas**

(Rodríguez Serquen, 2016)¹⁹. Sistema de contención longitudinal fijada al sistema de piso para evitar la caída al vacío de los usuarios, vehículos, ciclistas y peatones, pueden ser de concreto o de acero. Se instalan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando existen pasajes peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios. La altura de las barandas será no menor que 1.10m, en ciclovías será no menor que 1.40m.

Generalmente la protección lateral en puentes consiste en alguna de las alternativas que se mencionan a continuación. En el caso en que la calzada termine en el borde del tablero:

- Baranda vehicular no rígida.
- Baranda vehicular rígida.
- Guardarruedas con combinación de baranda peatonal y vehicular en el borde del tablero. Cuando la calzada está adyacente a una vereda:
 - Baranda vehicular no rígida entre la calzada y la vereda con baranda peatonal en el borde del tablero
 - Baranda vehicular rígida entre la calzada y la vereda con baranda peatonal en el borde del tablero
- Cordón, vereda y combinación de baranda peatonal y vehicular en el borde del tablero. En el caso de veredas:
 - Baranda peatonal en el borde exterior y baranda rígida o no en el borde interior
 - Combinación de baranda vehicular y peatonal en el borde exterior con cordón en el borde interior.



Figura 44- Barandas y veredas.
Fuente: Rodríguez Serquen ⁽¹⁹⁾

✓ **Subestructura o Infraestructura**

(Aranis C. 2006)¹⁵. La subestructura sirve de apoyo a la superestructura, está conformada por la cimentación, los estribos y las pilas. La subestructura llamado también infraestructura compone de todos los elementos necesarios para apoyar la superestructura y la calzada, entre ellos tenemos los apoyos, los estribos, los pilares, y la fundación o cimentación. Las subestructuras tienen como función transferir las cargas de la superestructura a las cimentaciones y de estas al terreno. Se distinguen 2 tipos:

- Los «pilares» o «pilas» que son las estructuras de soporte intermedias.
- Los «estribos» que son las subestructuras en los extremos del puente.

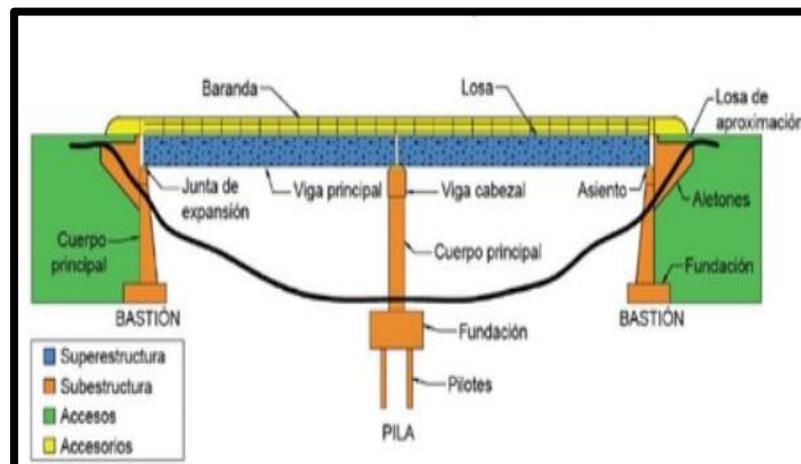


Figura 45- La subestructura de un puente.
Fuente: Aranis C. ⁽¹⁵⁾

- **Fundaciones - Apoyos**

(Flores A. 2013)²⁰. Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la estructura al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su esfuerzo admisible ni produzcan concentraciones de cargas diferenciales.

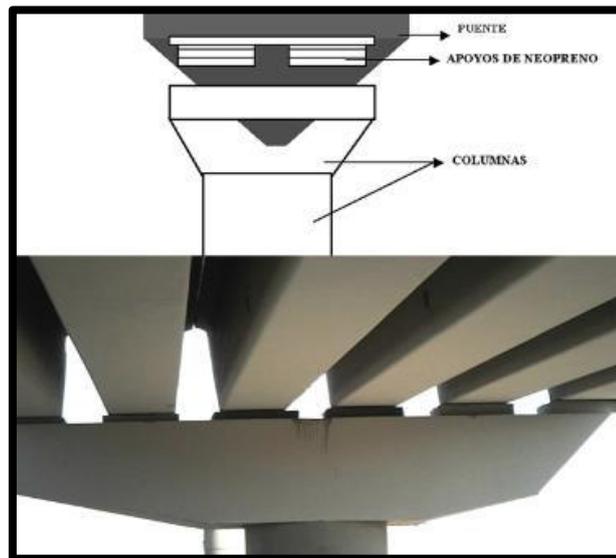


Figura 46- Apoyos de los Puentes

Fuente: Flores A ⁽²⁰⁾

- **Estribos**

(Ventura M. 2011)²¹. Son los que proveen soporte a la superestructura, establecen la conexión entre la superestructura y el terraplén, son diseñados para soportar la carga de la superestructura la cual es transmitida por medio de los elementos de apoyo, el peso de la losa de transición y las presiones del suelo (empuje de tierras).

Son las estructuras de soporte en los extremos del puente se clasifican básicamente en dos (2) tipos: los estribos abiertos y los estribos de extremos cerrados. El seleccionamiento de un tipo u otro dependerá de los requerimientos de soporte estructural, movimientos o deformaciones, drenaje, accesos y diseño sismorresistente.

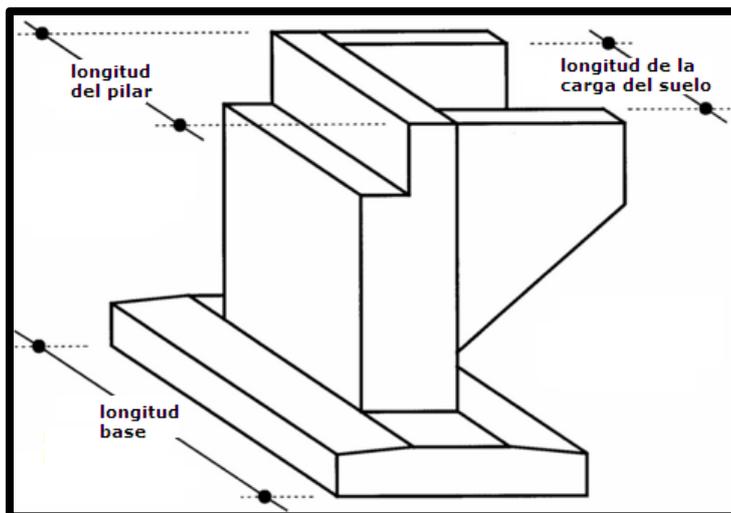


Figura 47- Estribos de un Puentes

Fuente: Ventura M. 2011 ⁽²¹⁾

Los estribos de extremo abierto incluyen los estribos diafragma y los estribos de asiento corto (conocidos simplemente como vigas de asiento generalmente sobre roca) .Son los más usados, económicos, adaptables y atractivos. La diferencia estructural básica entre ambos tipos es que los estribos de asiento permiten a la superestructura moverse independientemente del estribo, esto no es así en el caso del tipo diafragma, debido a que los estribos de extremos abiertos tienen paredes relativamente bajas.

- **Pilares**

(Cárdenas O. 2016)²². Son elementos de apoyo intermedios los cuales conducen los esfuerzos de la superestructura hacia las fundaciones están diseñados para resistir presiones hidráulicas, cargas de viento, cargas de impacto, etc. Pueden ser de concreto o acero.

- **Pilares de columnas o pilares aporticados** Usados en puentes sobre autopistas o en ríos, donde las columnas se apoyan en zapatas aisladas o combinadas. Los pilares multicolumnas son deseables para puentes en zonas sísmicas ya que el conjunto de columnas y vigas cabezal constituyen un pórtico que proporciona rigidez en el sentido transversal.

Los pilares tipo «T» de una sola columna o en voladizo, generalmente se usan cuando hay limitaciones de espacio para la

ubicación de columnas (el caso del estribo en voladizo es obvio si pensamos que debajo del tablero existe otra carretera) y el cambio de alineamiento es imposible.

- **Pilares de cuerpo ancho o sólidos** Se proyectan en ríos torrentosos, de fuerte correntada, inclusive con arrastre de bolonería de cierto tamaño o que transportan palizadas, son referidos para luces largas y se apoyan sobre zapatas. El espesor de la pared no deberá ser < 0.30 mts..

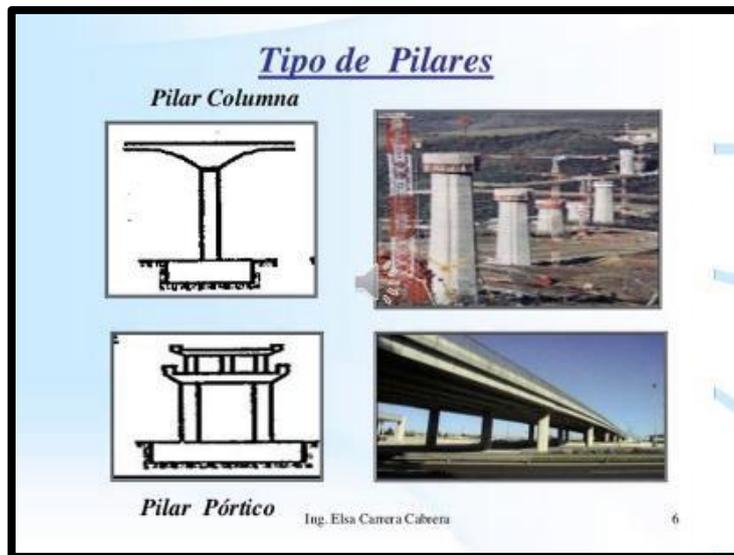


Figura 48- Pilares de un Puentes

Fuente: Cárdenas O. 2016 ⁽²²⁾

Cimentación

Encargada de transmitir al suelo de fundación las cargas propias de la subestructura, de la superestructura y de las cargas que operan sobre el puente esta puede ser superficial o profunda, superficial como zapatas de concreto reforzado o profundas como Caisson o pilotes de concreto reforzado ya sea hincados (pilotes), fundidos in situ (pilotes y Caisson).

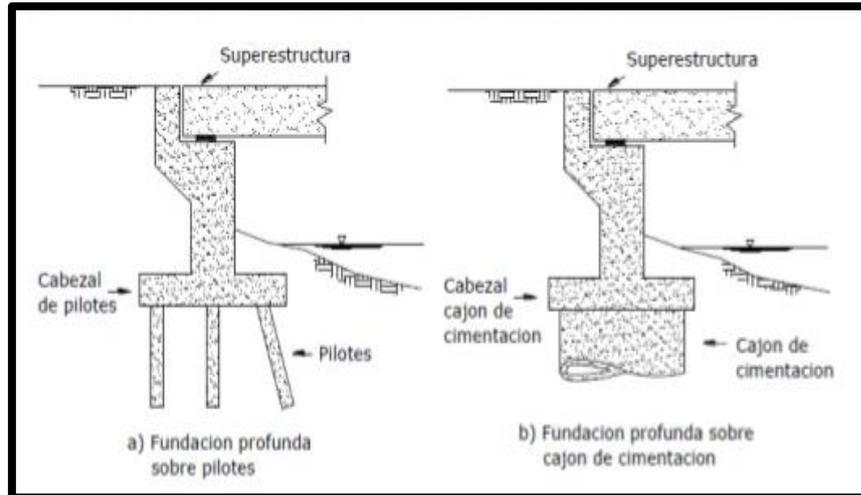


Figura 49- Cimentación de un Puentes
Fuente: Cárdenas O. 2016 ⁽²²⁾

e).Composición de la estructura del puente.
Barras de acero corrugado.

Barras de acero de sección redonda con la superficie estriada, o con resaltes, para facilitar su adherencia al concreto al utilizarse en la industria de la construcción. Se fabrican cumpliendo estrictamente las especificaciones que señalan el límite de fluencia, resistencia a la tracción y compresión.



Figura 50- Acero en Puentes
Fuente: Cárdenas O. 2016 ⁽²²⁾

Concreto.

Es una mezcla de cemento portland, arena gruesa, piedra chancada y agua en proporciones adecuadas de acuerdo a la resistencia que se quiere obtener.



Figura 51- Concreto en Puentes
Fuente: Cárdenas O. 2016 ⁽²²⁾

Acero Estructural.

(Araujo O, 2011)²³. El acero estructural es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1% y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie.



Figura 52- Acero Estructural en puentes
Fuente: Araujo O. 2011 ⁽²³⁾

2.3.2 Elemento Estructural.

(Oseguera L, Bernal R, Cerda O. 2012)²⁴. Un elemento estructural es cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en que puede ser dividida una estructura a efectos de su diseño. El diseño y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los principios de la ingeniería estructural y la resistencia de materiales.

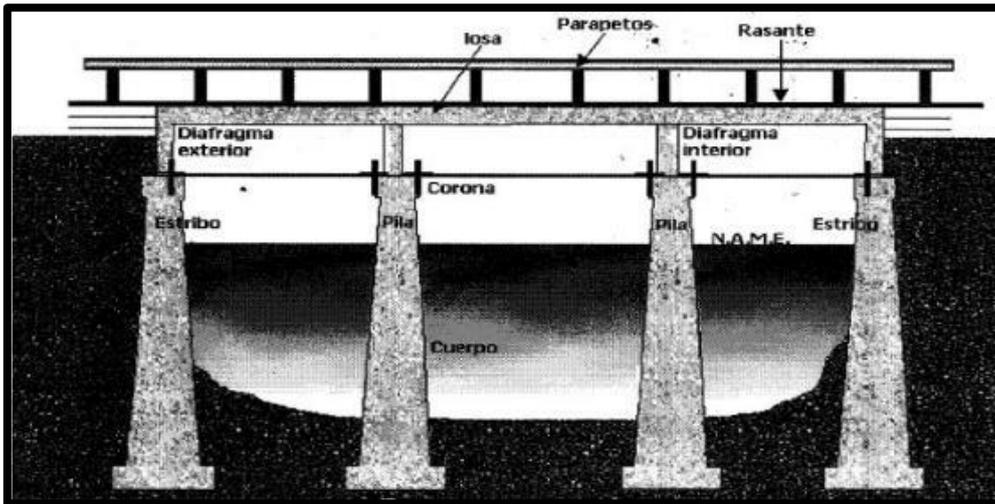


Figura 53- Elementos Estructural
Fuente: Oseguera L, Bernal R, Cerda O ⁽²⁴⁾

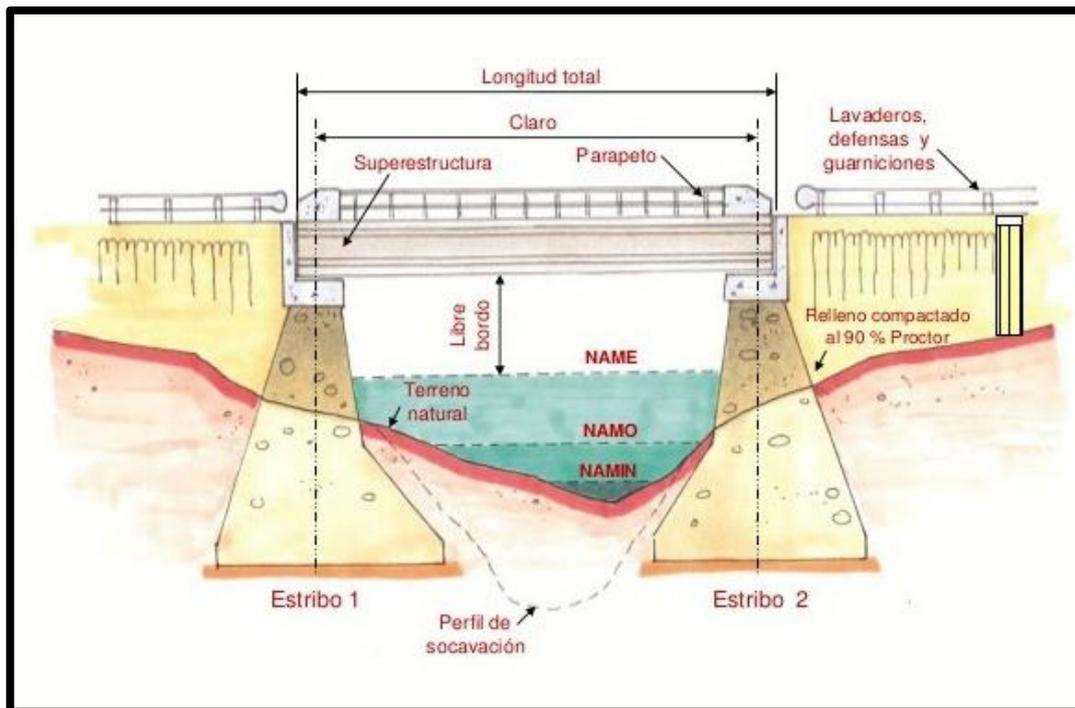


Figura 54- Elementos y partes de un Puentes
Fuente: Oseguera L, Bernal R, Cerda O ⁽²⁴⁾

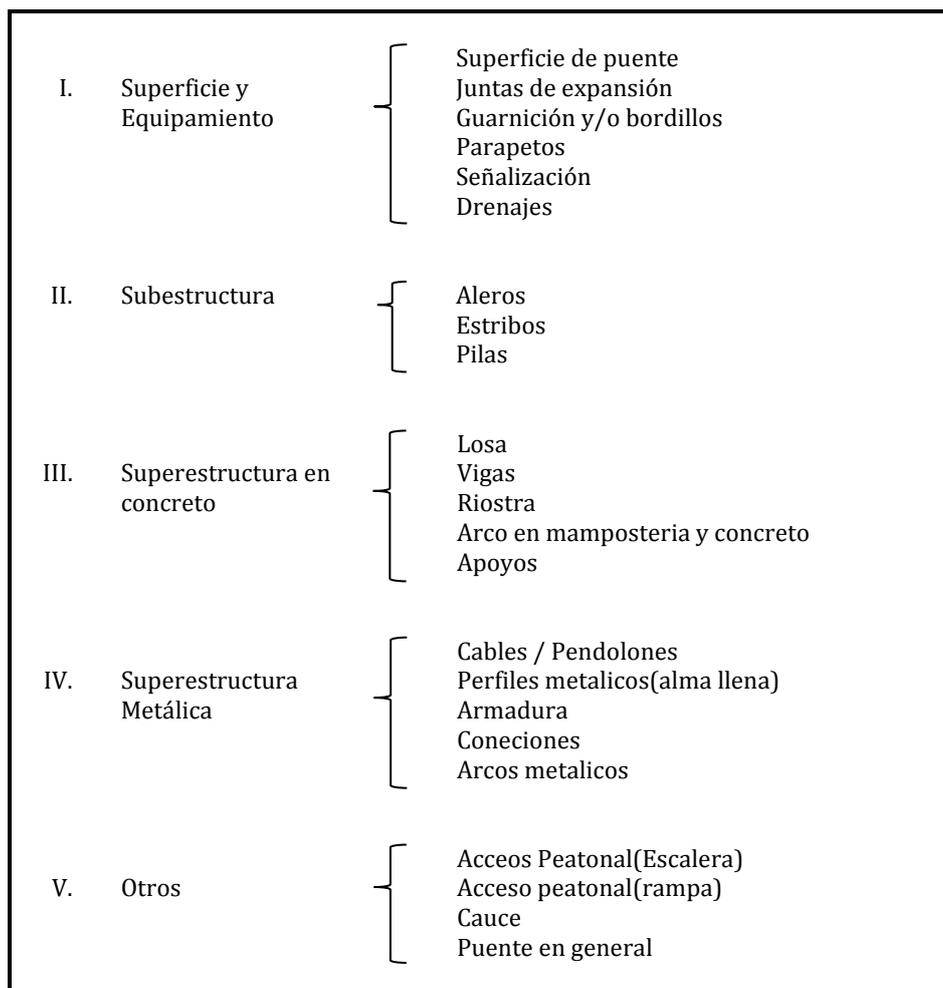


Figura 55- Elementos de un Puentes

Fuente: Oseguera L, Bernal R, Cerda O

2.3.3 Materiales

(Ministerio Transportes, 2016)¹³ Los materiales deberán satisfacer las especificaciones de las normas indicadas en este Manual de Diseño, tal como se especifica en el Capítulo 2.5 (5.4 AASHTO). El uso de un material para el cual no exista normalización alguna, deberá ser autorizado por la entidad competente durante la fase del anteproyecto.

2.3.3.1 Concreto

El concreto empleado en la construcción de puentes debe ser dosificado y controlado, conforme a lo establecido en el Art. 2.5.4 (5.4.2 AAHSTO) y, de esta norma de referencia. En el proyecto se deberá especificar la resistencia,

característica necesaria para atender todas las solicitaciones durante el tiempo de vida útil previsto.

Además deberán ser indicados el diámetro máximo del agregado, relación agua-cemento y otras características que garanticen una durabilidad y apariencia adecuadas para el concreto. Los materiales componentes del concreto; cemento, agregados, agua y, eventualmente, aditivos, deberán cumplir con las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en vigencia y en casos que se indique de acuerdo a normas extranjeras relacionadas con la especialidad.

Los materiales, deberán ser establecidos las propiedades del concreto tales como la resistencia especificada, compresión, fluencia, contracción, coeficiente de dilatación térmica y módulo de elasticidad. Las resistencias que se especifiquen se consideran mínimas de tal forma que sean siempre respetadas durante las etapas de diseño y construcción de las obras. La adopción de los valores indicados debe ser hecha luego de haber verificado la posibilidad de obtención de las resistencias especificadas.



Figura 56- Concreto Armado.

Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

2.3.3.2 Acero

Las armaduras de los elementos de concreto armado o preesforzado pueden estar constituidas por alambres, barras, cables y torones de acero. En el caso de puentes metálicos se especificarán los aceros estructurales para cada uno de los elementos, así como para los elementos de conexión (placas, pernos, soldadura). Deberán ser establecidas las siguientes propiedades: resistencia a la fluencia, resistencia máxima a la rotura, dureza a la incisión, ductilidad, soldabilidad y calidad del acero terminado. Artículo 2.5.2 (5.4.3 AASHTO). Para el caso de armaduras de concreto armado, se puede hacer referencia a la norma NTE E-060, vigente y en casos que se indique de acuerdo a normas extranjeras relacionadas con la especialidad.

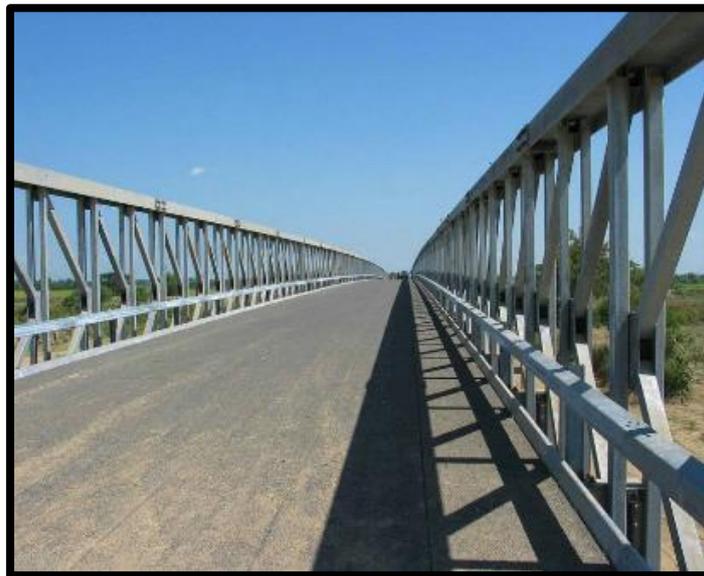


Figura 57- Acero en puentes.
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

2.3.3.3 Acero Preesforzado

El acero para las armaduras de preesforzado debe cumplir con las especificaciones ASTM correspondientes; el valor característico es la resistencia a la fluencia en caso de barras y cables, el valor mínimo de la tracción a 1% de deformación en el caso de torones, o el valor nominal que corresponde al cociente de la carga mínima a 1% de deformación entre el área nominal de la sección transversal. Ver artículo 2.5.2.4 (5.4.4AASHTO).



Figura 58- Acero Preesforzado
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

2.3.4 Cargas y combinaciones de cargas

Las cargas que presentamos a continuación están basadas en las especificaciones de AASHTO. En general, estas cargas pueden ser divididas en dos grandes grupos: cargas permanentes y cargas transitorias (cargas de vehículos, peatonales, de fluidos, de sismo, de hielo y de colisiones). Adicionalmente, dependiendo del tipo de estructura pueden presentarse otras fuerzas como las debidas al creep, al shrinkage, o al movimiento de los apoyos de la estructura. Los estados límites de diseño de resistencia, servicio, evento extremo y fatiga con sus correspondientes combinaciones de carga.

a). Cargas

- **Cargas permanentes**

Las cargas permanentes incluyen::

- ❖ Carga muerta de elementos estructurales y elementos no estructurales unidos (DC).
- ❖ Carga muerta de superficie de revestimiento y accesorios (DW).

Los elementos estructurales son los que son parte del sistema de resistencia. Los elementos no estructurales unidos se refieren a parapetos, barreras, señales, etc.

En caso de no contar con las especificaciones técnicas o manuales que dan información precisa del peso, se pueden usar los pesos unitarios de AASHTO presentados en la tabla 2.1. La carga muerta de la superficie de revestimiento (DW) puede ser estimada tomando el peso unitario para un espesor de superficie.

Tabla 2.1 Pesos unitarios.

Materiales	Peso Unitario(Kg/m3)
Aluminio	2800
Superficies bituminosas	2250
Arena, arcilla o limos compactados	1925
Concreto ligeros (incluido refuerzo)	1775
Concreto ligero-con arena (incluido refuerzo)	1925
Concreto normal	2400
Arena, limos o grava suelta	1600
Arcilla suave	1600
Balasto	2450
Acero	7850
Albañilería de piedra	2725
Madera dura	960
Madera suave	800
Rieles para tránsito por vía	300 Kg/ml

Adaptado de “Standard Specifications for Highway Bridges”. AASHTO (1996).

Tabla N° 03: Pesos Unitarios
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

- **Cargas transitorias**

Las cargas que estudiaremos a continuación comprenden las cargas del tráfico vehicular, del tráfico peatonal, de fluidos, de sismo, de hielo, de deformaciones y las causadas por colisiones.

a) Cargas de vehículos

Los efectos del tráfico vehicular comparados con los efectos del tráfico de camiones son despreciables. Debido a esto el diseño de cargas de AASHTO ha desarrollado modelos de tráfico de camiones que son muy variables, dinámicos, y pueden ser combinados con otras cargas de camiones.

Esos efectos incluyen fuerzas de impacto (efectos dinámicos), fuerzas de frenos, fuerzas centrífugas, y efectos de otros camiones simultáneos.

- **Cargas debidas al peso de los vehículos**

Las cargas de camiones presentes y desarrolló un nuevo modelo. Este modelo consiste en tres cargas diferentes:

- Camión de diseño.
- Camión tandem de diseño.
- Línea de diseño.

El camión de diseño es el típico semitrailer: el eje frontal es de 35kN seguido a 4.3 m de un eje de 145kN y finalmente un eje posterior de 145kN que está ubicado a una distancia variable de 4.3 m a 9.0 m. Este camión de diseño ha sido usado por AASHTO (1996).

Camión de Diseño: Los pesos y los espaciamentos de los ejes y las ruedas son mostrados en la siguiente figura 2.8. La separación de los ejes de 14.51 Ton pueden variar de 4.3 a 9.0 metros, pero debemos tener en cuenta que para un camión simple la separación de ejes es de 4.30 m.

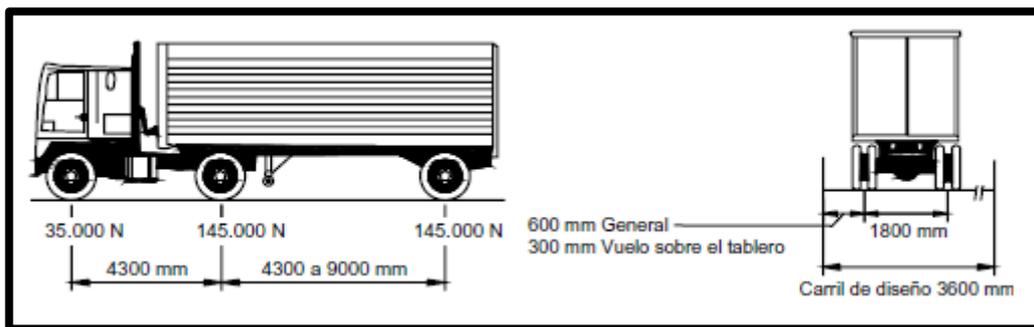


Figura 59- Camión de diseño para la carga Vehicular
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

Tandem de Diseño: El tandem de diseño consiste en un par de ejes de 11.34 Ton cada uno, separadas en 1.2 m. El espacio transversal de las ruedas del camión es de 1.8 m.

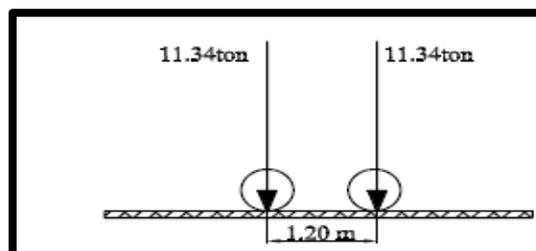


Figura 59 A- Tandem de Diseño.
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

Carga de carril de diseño: Consiste en una carga de 0.952 ton/m uniformemente distribuida en la dirección longitudinal. Transversalmente, la carga de carril de diseño puede ser asumida como una carga uniformemente distribuida sobre 3.0 m de ancho. Los esfuerzos producidos por la carga de carril no están sujetos al factor de impacto.

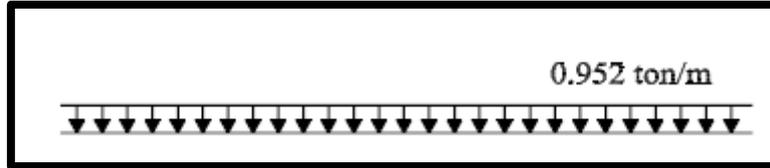


Figura 59 B- Carga de carril de diseño.
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

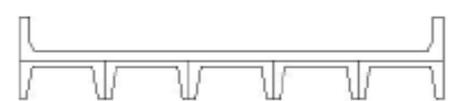
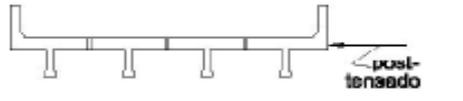
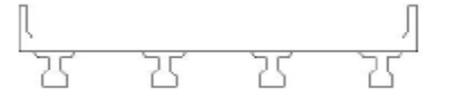
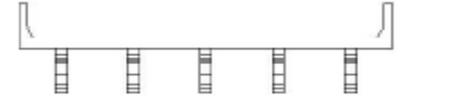
SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS		
COMPONENTES DE APOYO	TIPO DE TABLERO	SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Vigas cajón macizas, aligeradas o estriadas con conectores de corte y con o sin postensado transversal.	Concreto integral	
Secciones tipo canal de concreto prefabricado con conectores de corte	Sobrecrepa de concreto vaciado in situ	
Sección doble T de concreto prefabricado con conectores con corte y con o sin postensado transversal.	Concreto Integral	
Sección T de concreto prefabricado con conectores de corte y con o sin postensado transversal	Concreto Integral	
Secciones doble T ó T con nervio de concreto prefabricado	Concreto vaciado in situ, concreto prefabricado	
Vigas de madera	Concreto vaciado in situ ó plancha, paneles encolados / clavados ó madera tensada	

Tabla N°04- Secciones Transversales.
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

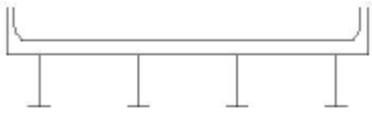
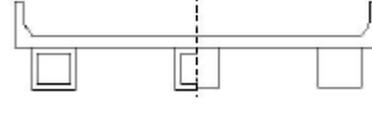
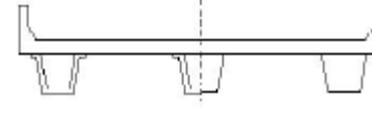
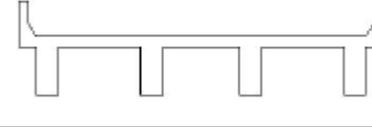
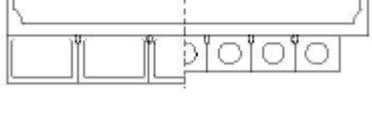
COMPONENTES DE APOYO	TIPO DE TABLERO	SECCION TRANSVERSAL TIPICA
Vigas de acero.	Losa de concreto in situ, losa de concreto prefabricado, emparrillado de acero, paneles encolados / clavados, madera tensada.	
Vigas cajón cerradas de acero ó concreto prefabricado.	Losa de concreto vaciado in situ.	
Vigas de cajón abierto ó concreto prefabricado	Losa de concreto vaciado in situ, losa de tablero de concreto prefabricado.	
Vigas cajón de múltiples células de concreto vaciado in situ.	Concreto monolítico.	
Viga T de concreto vaciado in situ.	Concreto monolítico.	
Vigas cajón prefabricadas macizas, alivianadas ó celulares con conectores de corte.	Sobrecapa de concreto vaciado in situ	

Tabla N°05- Secciones Transversales
Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹³⁾

2.3.5 Patologías en Puentes

(Casas O.)²⁵ Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos, generando el colapso del mismo y a su vez grandes pérdidas tanto económicas como seres humanos. Los puentes son estructuras que amerita mucho cuidado, ya que son grandes estructuras importantes para la población y por ende se deben conservar aplicando periódicamente mantenimiento programado, para el buen funcionamiento del cual fueron construidos.

Estas estructuras con el pasar del tiempo van presentando síntomas de patologías en sus partes, las cuales si no las atacamos en el momento adecuado se llega a un punto donde se vuelve una enfermedad grave, una de ellas es deformaciones en la estructura y el pronóstico puede ser pesimista, donde se tiene varias opciones, ellas son; amputación, demolición o muerte de la parte del puente que se enferma.

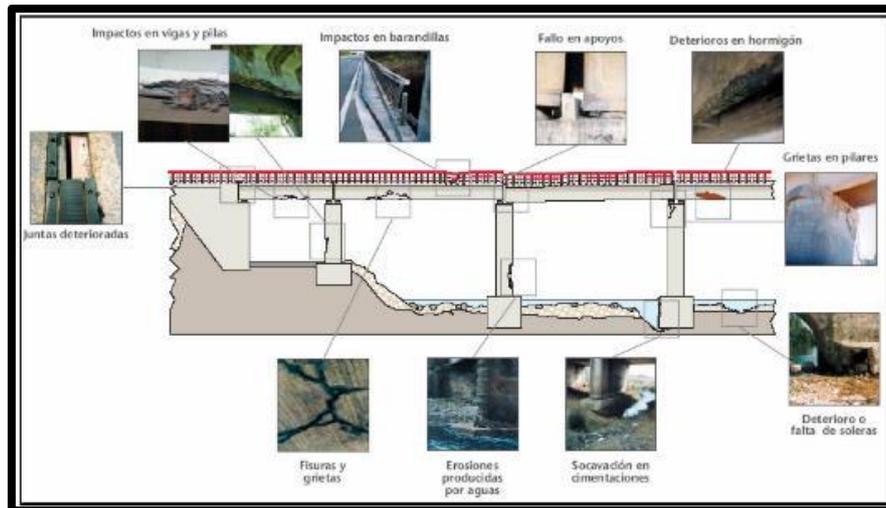


Figura 59 C- Patologías en puentes
Fuente: Casas O ⁽²⁵⁾

2.3.6 Patología Estructural

(Panozo, 2007)²⁶. La patología estructural es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso (enfermedad), investigando sus causas (diagnostico) y planteando medidas correctivas (terapéuticas) para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura



Figura 60- Patologías Estructural de la viga
Fuente: Panozo, 2007 ⁽²⁶⁾

2.3.7 Evaluación Estructural

(Rivva, 2006)²⁷ La evaluación es el proceso de determinar si una estructura o uno de sus componentes es adecuado para el uso pretendido, mediante el análisis sistemático de la información y los datos recolectados a partir de la revisión de la documentación existente, la inspección de campo, las condiciones de servicio, y los ensayos de los materiales. Este proceso de investigación no se puede generalizar y estandarizar en una serie bien definida de pasos ya que el número y tipo de pasos varía dependiendo del propósito especificado de la investigación, el tipo y las condiciones físicas de la estructura, la información disponible sobre el diseño y la construcción, la resistencia y calidad de los materiales de construcción.

La evaluación estructural debe desarrollarse con el fin de determinar la capacidad para soportar cargas de todos los elementos estructurales críticos y de la estructura como un todo. Se debe considerar la capacidad de la estructura para soportar todas las cargas presentes y previstas, de acuerdo con los requerimientos de los códigos estructurales vigentes. Cuando no se cumplan las exigencias de los códigos en la condición actual de la estructura, se debe entrar a considerar las técnicas y los métodos para un adecuado reforzamiento.



Figura 61- Evaluación Estructural

Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

2.3.8 Durabilidad de las estructuras de concreto

(Treviño Treviño, 1998)²⁸ El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad. En otras palabras la durabilidad es la habilidad que posee una estructura para resistir agresiones físicas, químicas, biológicas y de los agentes atmosféricos conservando su integridad a través del tiempo, asegurando con ellos que no se alcance ningún estado limite dentro de la vida útil prevista, como consecuencia de eventuales deterioros prematuros. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación adecuados.

Ahora bien, en un contexto más amplio, el atributo de durabilidad va mucho más allá que la sola habilidad para resistir el deterioro.

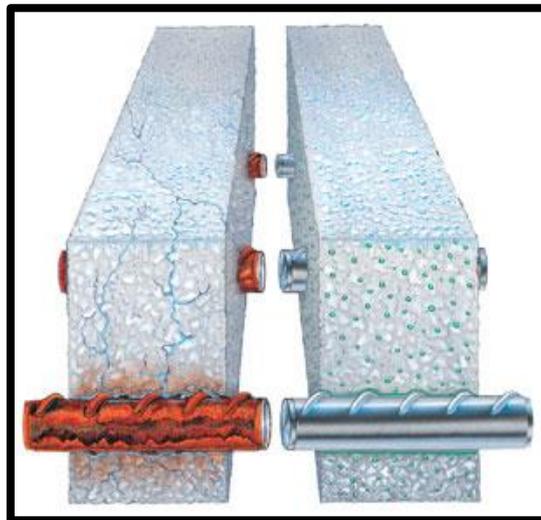


Figura 62- Durabilidad de las estructuras de concreto

Fuente: Treviño Treviño, 1998 ⁽²⁸⁾

2.3.9 Patología del Concreto

a) Definición

(Rivva, 2006)²⁷ La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y remedios. En resumen, se entiende por Patología a aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros.



Figura 63- Patologías del concreto
Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

Debido a que las estructuras de concreto simple o reforzado están expuestas, no solamente a la acción mecánica de las cargas de servicio; sino también, a otros factores que tienden a deteriorarlas y destruirlas como: acciones físicas (cambios bruscos de temperatura y humedad); algunas veces a agresiones de carácter químico o biológico; y eventualmente a otras acciones mecánicas, se hace indispensable profundizar en el diseño, especificaciones de la mezcla de concreto, métodos de protección, curado y en los procedimientos de inspección y mantenimiento de las estructuras.

b) Proceso patológico.

El encuentro con un proceso patológico tiene como objetivo su solución. La que implica la reparación de la unidad constructiva dañada para devolverle su misión inicial. Para atacar un problema constructivo en primer lugar se debe diagnosticar, es decir conocer, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado

actual. Este conjunto de aspectos del problema, que pueden agruparse de modo secuencial, es lo que se denomina proceso patológico.

En un proceso patológico se pueden distinguir tres partes bien definidas, el origen, la evolución y el resultado final, de tal modo que para su estudio se debe recorrer dicho camino de forma inversa.



Figura 64- Proceso patológico.
Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

c) Causas.

Podemos definirla como el agente, activo o pasivo que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones. En ocasiones varias causas pueden actuar conjuntamente para producir una misma lesión. Así mismo se dice que las lesiones directas, exteriores e interiores se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Lesiones físicas
- Lesiones mecánicas
- Lesiones químicas
- Lesiones biológicas

Para el estudio de estas patologías se debe de abordar el tema como una enfermedad de las estructuras, para determinar estas lesiones se debe adelantar una investigación preliminar y una investigación profunda, esta primera

corresponde al estudio de los daños (patología clínica) y la en la segunda se deben hacer pruebas y ensayos de laboratorio en campo (patología experimental).

2.3.10. Principales patologías.

Las patologías en las estructuras presentan manifestaciones externas de las cuales se puede determinar su naturaleza, origen y fenómenos asociados, y por lo tanto, estimar sus posibles consecuencias. Estos síntomas pueden ser descritos y clasificados, obteniéndose un primer diagnóstico mediante inspección visual.

Los síntomas más comunes son: fisuras, eflorescencias, flechas excesivas, manchas, corrosión de la armadura, oquedades superficiales o segregación.

Entre los posibles agentes que provocan estas patologías se tienen: cargas, variaciones de humedad, variaciones térmicas intrínsecas y extrínsecas del hormigón, agentes biológicos, incompatibilidad de materiales, agentes atmosféricos.

Entre las principales causas se tienen:

- a) Ausencia o pérdida del recubrimiento en las armaduras.
- b) Impermeabilización incorrecta o carencia de ella.
- c) Hormigonado con temperaturas ambientales extremas.
- d) Mala calidad del hormigón.
- f) Contaminación de los áridos.
- g) Depósito de sales de deshielos.
- h) Efectos por presencias de microorganismos

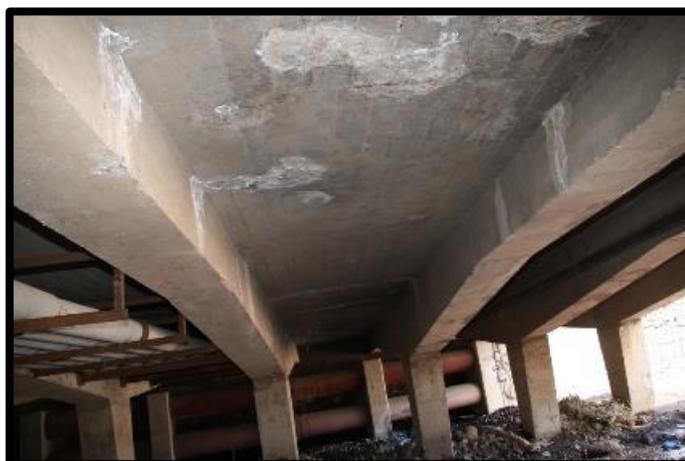


Figura 65- Principales Patologías
Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

2.3.11. Tipos de Lesiones en el Concreto

(Rivva E. 2006)²⁷. El conjunto de lesiones constructivas que pueden aparecer en un edificio es bastante numeroso, sobre todo si tenemos en cuenta la gran diversidad de materiales y unidades constructivas que se utilizan.

Para el caso de puentes podemos distinguir cuatro grandes familias de lesiones en función del “carácter” del proceso patológico: a saber, físicas, mecánicas, químicas y biológicas. Ello supondrá un dato de partida importante y una base para la diagnosis del proceso patológico

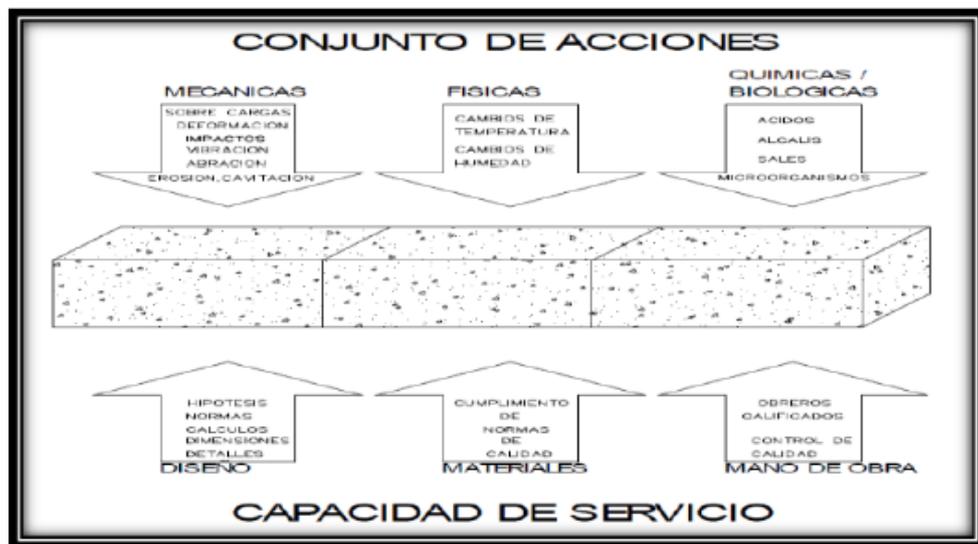


Figura 66- Modelo equilibrio de durabilidad de del concreto

Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

(Matute Rubio & Pulido Sánchez, 2012)²⁹. El principal enemigo de los puentes es el agua, a nivel de infraestructura, produce el colapso de las estructuras por socavación; a nivel de superestructura, produce humedades y posibilita la degradación del concreto armado y la corrosión de las armaduras. Por este motivo, en los proyectos se deberá realizar un buen estudio hidráulico, hidrológico e hidrogeológico, disponiendo las medidas de protección adecuadas en las cimentaciones de forma que se garantice la estabilidad y seguridad de las cimentaciones y con ellas de las estructuras. En cuanto al agua de la superestructura, resulta de vital importancia dentro del proyecto de los puentes, estudiar y definir sistemas de drenaje y evacuación del agua de la plataforma, así como la impermeabilización de los tableros.

Es importante recordar que para frenar todo proceso patológico en la estructura, es necesario identificar con claridad el tipo de afectación y sus causas, para poder erradicarlas. Las lesiones se dividen en dos grupos según sus causas:

- **Directas:** Cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.
- **Indirectas:** Cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.



Figura 67- Lesiones directas e indirectas en el concreto

Fuente: imágenes de internet

2.3.11.1. Lesiones Físicas

(Ortega Y, Quintero K. 2013)³⁰. Las acciones físicas se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).



Figura 68- Porosidad en el concreto en puentes
Fuente: Ortega Y, Quintero K⁽³⁰⁾

a). Cambios de Humedad.

Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire, se puede distinguir en cinco tipos de humedades en función a su procedencia como la humedad de obra, humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación, humedad accidental.

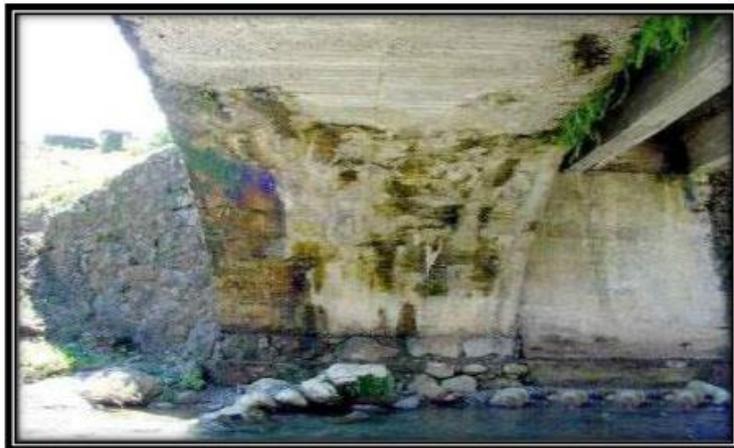


Figura 69- Presencia de Humedad la estructura del puente
Fuente: Ortega Y, Quintero K⁽³⁰⁾

b). Exposición de agua en la estructura

El problema que se en pocos puentes, pero representan un peligro con el pasar del tiempo es la armadura expuesta con presencia de corrosión (reducción y variación de sección transversal). El daño se generó debido a que el agua comenzó a pasar a través de los intersticios que deja el hormigón, llegando hasta la armadura de acero, la que posteriormente se comenzó a oxidar, llegando a causar el desprendimiento del recubrimiento de hormigón.



Figura 70- Mal diseño del drenaje y filtración en la viga principal V-1
Fuente: Ortega Y, Quintero K⁽³⁰⁾

c). Cambios de Temperatura.

La temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una sensación de frío, y al revés de calor..



Figura 71- Grietas en puentes por las altas temperaturas.
Fuente: Ortega Y, Quintero K⁽³⁰⁾

2.3.11.2. Lesiones Mecánicas

(Sánchez de G, 2011)³¹. Las acciones mecánicas del concreto es la capacidad que tiene este para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya sea tensional o en un estado de compresión dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura de concreto. Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras y grieta.



Figura 72- Lesiones mecánicas de un puente
Fuente: Sánchez de G, 2011⁽³¹⁾

a) Desprendimiento - Popout.

Desprendimiento de pequeñas porciones de una superficie de hormigón, debido a presión interna localizada, que deja un cráter poco profundo, generalmente cónico.



Figura 73- Desprendimiento del concreto en las vigas.
Fuente: Sánchez de G, 2011⁽³¹⁾

b). Impactos.

Erosión localizada del concreto en lugares específicos de estructuras que reciben frecuentemente el efecto combinado del impacto y el frotamiento, como suele ocurrir en puentes vehiculares y atracaderos de embarcaciones.

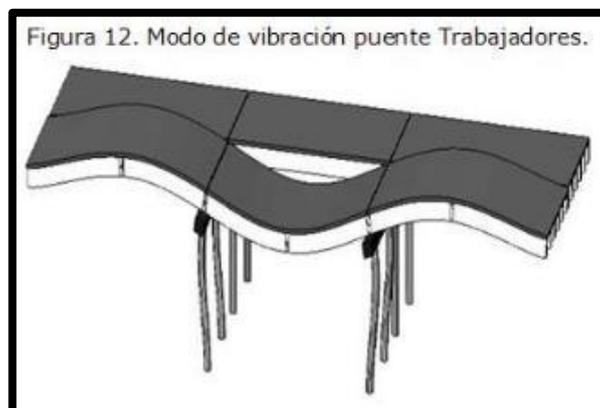


**Figura 74- Impacto de un tráiler en la estructura de un puente.
Fuente: imágenes de internet**

c. Vibraciones excesivas.

El efecto de la vibración es especialmente acumulativo y las grietas preexistentes o nuevas continúan desarrollándose a medida que para el tiempo. Por lo tanto, es importante hacer un diseño por cargas dinámicas y la clave de un diseño dinámico satisfactorio consiste en asegurar que la frecuencia natural de la estructura de apoyo de la fuente vibrante (maquinaria u otra), sea significativamente diferente de la frecuencia de la fuerza perturbadora.

Si ambas frecuencias son aproximadas, la vibración resonante se establecerá en el apoyo de la estructura.



**Figura 75- Modo de Vibración de un puente
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾**

d).Desgaste por abrasión

(Calavera J, 1996)³². Es producido por acciones mecánicas debido a tráfico de peatones, vehículos ordinarios, vehículos industriales especiales.



Figura 76- Desgaste por abrasión en la losa del puente
Fuente: Calavera J, 1996 ⁽³²⁾

e) Erosión.

(Sánchez de G, 2011)³¹ Desgaste producido .en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro. Existen procesos muy variados de erosión del hormigón, parte de ellos ligados a usos industriales específicos. Otros son de tipo más general y se resumen a continuación

a).Erosión por abrasión.

Es producido por acciones mecánicas debidas a tráfico de peatones, vehículos ordinarios, vehículos industriales especiales.



Figura 77- Erosión por abrasión en las vigas
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

b).Erosión por cavitación.

Desgaste en superficies de hormigón en contacto con corrientes de agua, si la forma no está correctamente estudiada, puede ocurrir que la corriente tienda a separarse de la superficie del hormigón en ciertas zonas, creando en ellas zonas de baja presión, la cual puede llegar a ser, en función a la temperatura, inferior a la presión de vapor, creándose el fenómeno de cavitación (idéntico al que se presenta a veces en turbinas, hélices de barco, etc,) que ataca a la superficie de hormigón en forma de picaduras que posteriormente se unen en zonas erosionadas amplias. La resistencia a la cavitación es proporcionada por la pasta de cemento.



Figura 78- Erosión por cavitación.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

f). Socavación.

Se denomina socavación a la excavación profunda causada por el agua, uno de los tipos de erosión hídrica. Puede deberse al embate de las olas contra un acantilado, a los remolinos del agua, especialmente allí donde encuentra algún obstáculo la corriente, y al roce con las márgenes de las corrientes que han sido desviadas por los lechos sinuosos.



Figura 79- Socavación en puentes.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

g). Fisuras

(Sánchez de G, 2011)³¹ Las fisuras en elementos de concreto es de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente esta patología, lo importante es saberlas reconocer, prevenir su aparición, saber cómo resanarlas cuando se presenten y en algunos casos inducir las para que aparezcan antes de realizar los acabados.

Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. Se deben utilizar comparadores de fisuras o fisurómetros para medirlas y monitorearlas.

Tipo	Medida
Fina	Menos de 1 mm
Media	Entre 1 y 2 mm
Ancha	Mas de 2 mm

Tabla N° 06. Tipos y medidas de Fisuras
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

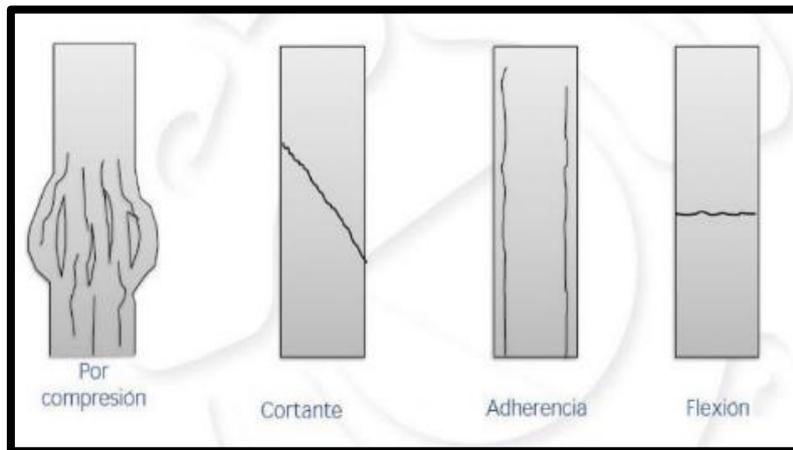


Figura 80- Tipos de fisuras en el concreto armado..
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

a). Fisuras por Flexión

Las fisuras por flexión en una viga o una losa generalmente se presentan en la cara inferior de los elementos, se localizan en la zona central de la luz, nacen en la fibra inferior y se extienden hasta llegar al eje neutro de la sección; al principio crecen verticalmente y luego se inclinan bajo la influencia del esfuerzo cortante cuando se aproximan a los apoyos.

El ancho de las fisuras indica el nivel del esfuerzo de tracción al que han sido sometidas las barras de refuerzo; anchos pronunciados indican altos esfuerzos por exceso de carga y/o por insuficiencia de refuerzo longitudinal principal.

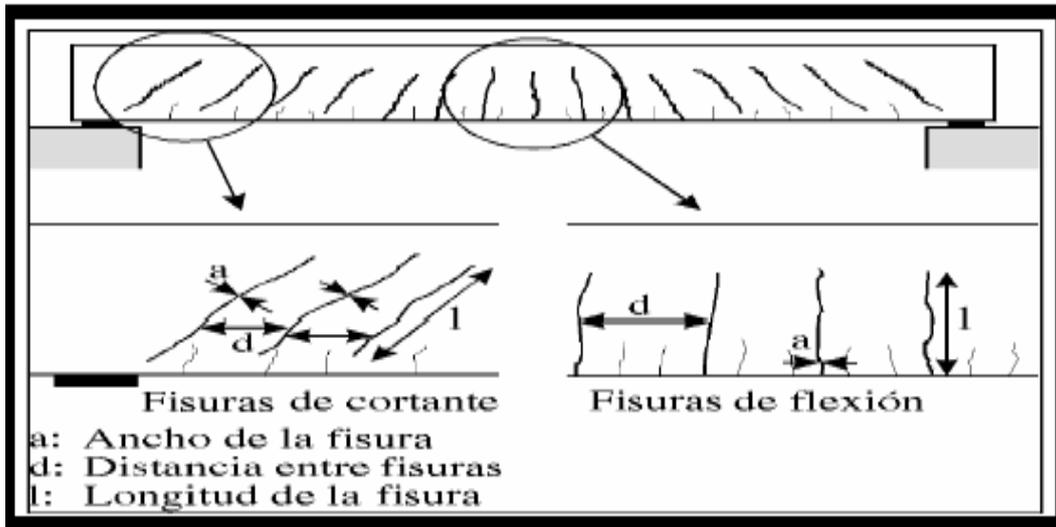


Figura 81- Fisuras por flexión de un puentes
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

b). fisuras de retracción plástica.

Resultan en general relativamente cortas, poco profundas y erráticas (aunque a veces se muestran paralelas) que pueden aparecer en el estado fresco del hormigón durante los trabajos de terminación en días ventosos, con baja humedad y alta temperatura del aire.

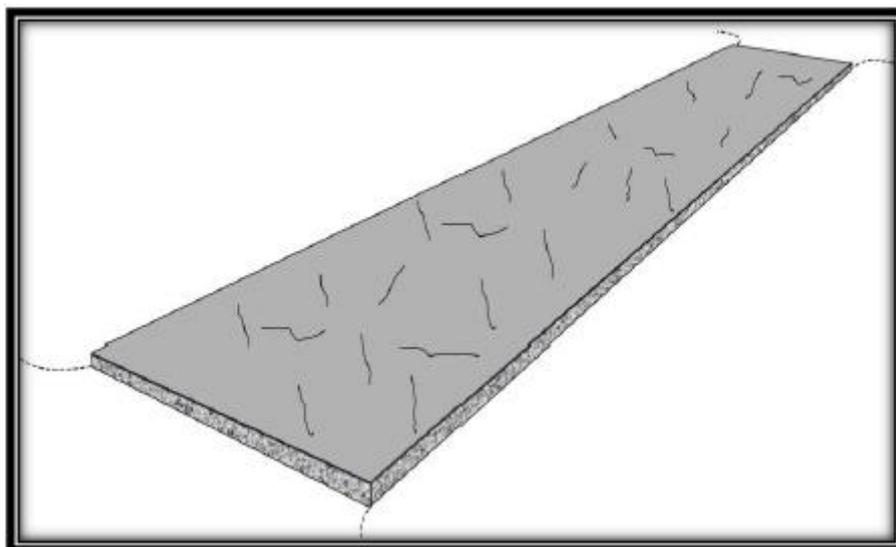


Figura 82- fisuras de retracción plástica
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

c). Fisuras por Cortante

Los esfuerzos de corte en vigas y losas generan fisuras oblicuas generalmente formando un ángulo de 45° con la dirección del acero principal (longitudinal), las fisuras presentan un ancho variable y separación máxima correspondiente a la separación del refuerzo transversal. Normalmente las fisuras por cortante se presentan en las zonas cercanas a los apoyos, sin embargo, también pueden presentarse en el centro de la luz del elemento si hay cargas puntuales o pocos estribos. Frecuentemente se presentan varias fisuras paralelas, con separación variable.

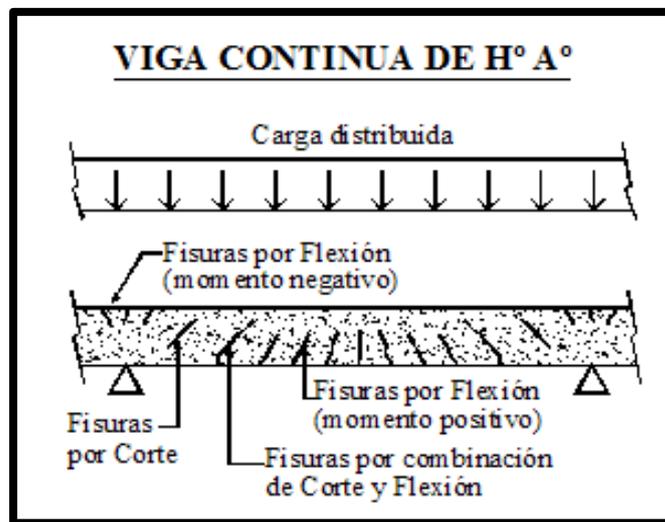


Figura 83- Fisuras por Cortante
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾



Figura 84- Fractura por cortante en la Pila
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

d). fisuras por asentamiento plástico.

Se produce frecuentemente en hormigones que no están adecuadamente diseñados cuando un exceso de exudación produce una importante reducción en el volumen del hormigón en estado fresco. En aquellas zonas donde el movimiento del hormigón en estado fresco se encuentre restringido se producirán fisuras en coincidencia con dicha restricción generalmente producida por las armaduras superficiales.

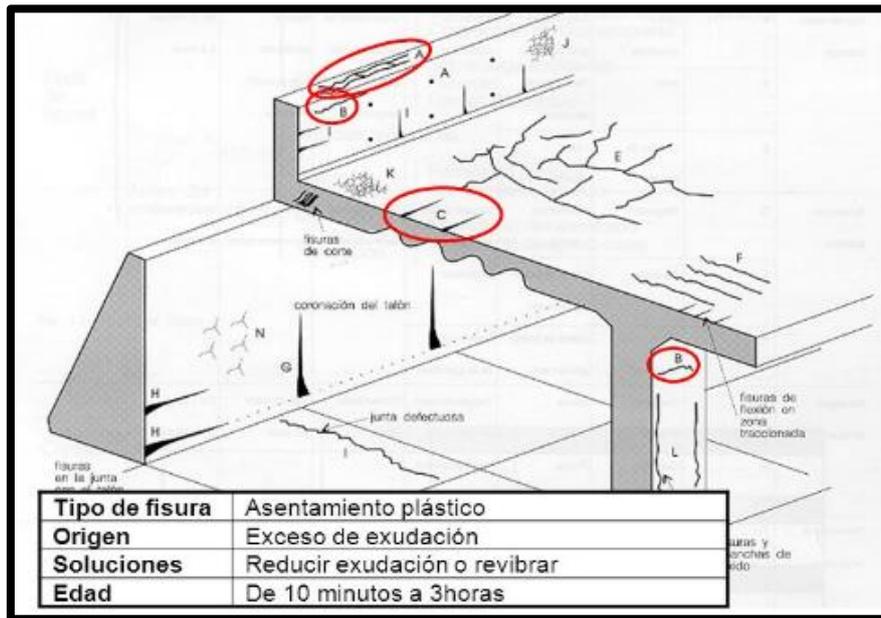


Figura 85- fisuras por asentamiento plástico

Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

e) fisura por retracción hidráulica.

La contracción por secado, también conocida como retracción hidráulica, consiste en la disminución de volumen que experimenta el concreto endurecido, cuando está expuesto al aire con humedad no saturada. En términos generales, es debida a reacciones químicas y a la reducción de humedad



Figura 86. Fisura por retracción hidráulica.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

f) Fisuras por torsión (FIT):

Son fisuras transversales e inclinadas similares a las fisuras por cortante pero se diferencian en que las fisuras causadas por esfuerzos de torsión siguen un patrón de espiral o de tipo helicoidal que atraviesan toda la sección de los elementos.

En estructura de concreto armado los esfuerzos de torsión generan fisuras inclinadas en cada una de las caras del elemento, generalmente son fisuras continuas que van rodeando todo el elemento de concreto con una tendencia a seguir líneas a 45° , denotando armaduras de refuerzo insuficiente para contrarrestarlos o disposición inadecuada de las barras de refuerzo.

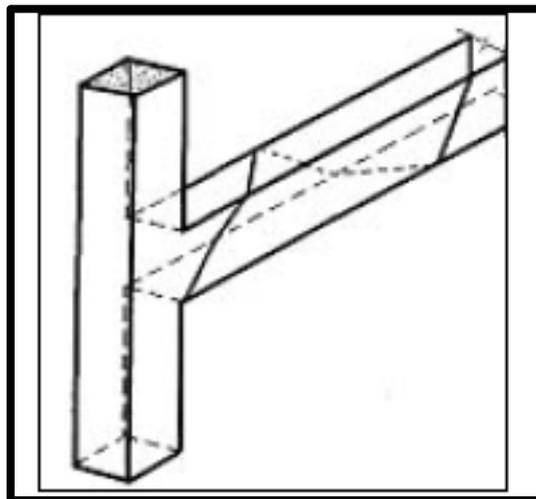


Figura 87. Patrón de figuración por Torsión de una viga.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

g) Aplastamiento local (AL): las fracturas o grietas por aplastamiento tienen su origen en la alta concentración de cargas que se presentan en las zonas de apoyo de los elementos simplemente apoyados, o en las zonas de anclaje para el preesfuerzo de torones y cables.

Los daños producidos por aplastamiento tienden a fracturar la sección de concreto localizada directamente bajo la carga concentrada. Cuando en los elementos de apoyo no existe una transición adecuada mediante mecanismos de amortiguamiento, es común la presencia de fracturas por aplastamiento, en el concreto del elemento de apoyo.



Figura 88. Fractura por aplastamiento en el pedestal
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾



Figura 89. Fracturas por aplastamiento en la viga de cimentación
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

h). Grietas.

(Sánchez de G, 2011)³¹ Las grietas estructurales son la consecuencia de esfuerzos que actúan en la sección neta resistente de los elementos estructurales, por aplicación de cargas directas. En realidad, en cualquier elemento de concreto reforzado es probable que se presente una fisuración relativamente pequeña (con ancho de grietas menos a 0,5 mm), bajo las cargas de servicio normales, siempre y cuando las armaduras no alcancen su límite elástico.



Figura 90. Grietas en el concreto de un puente.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

a) Grietas por tracción pura.

De acuerdo con lo mencionado al principio de esta sección, el concreto simple ofrece una resistencia muy baja a los esfuerzos de tracción (su resistencia a la tracción es apenas del orden de un 10% de su resistencia a la compresión). Por ello, es obvio considerar la tracción pura como el caso más básico de agrietamiento.

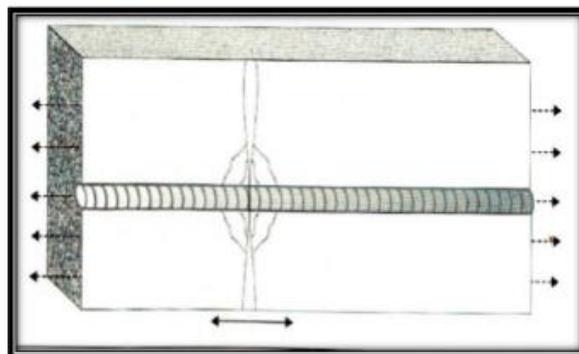


Figura 91. Grietas por tracción pura.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

b) Grietas por flexión.

Para una viga, una losa o un muro, sometidos a esfuerzos de flexión que causan una deformación por pandeo del elemento, se presentan tracciones en la cara sometida a la expansión de su superficie, que originan fisuras y grietas. Estos planos de falla son de dos tipos: grietas de flexión, que originalmente son fisuras de tracción, las cuales se extienden hasta llegar al eje neutro de la sección; y grietas por tracción, que emergen como una manifestación del aumento de la deformación, se localizan entre las fisuras de flexión y se extienden por encima de las barras de refuerzo.

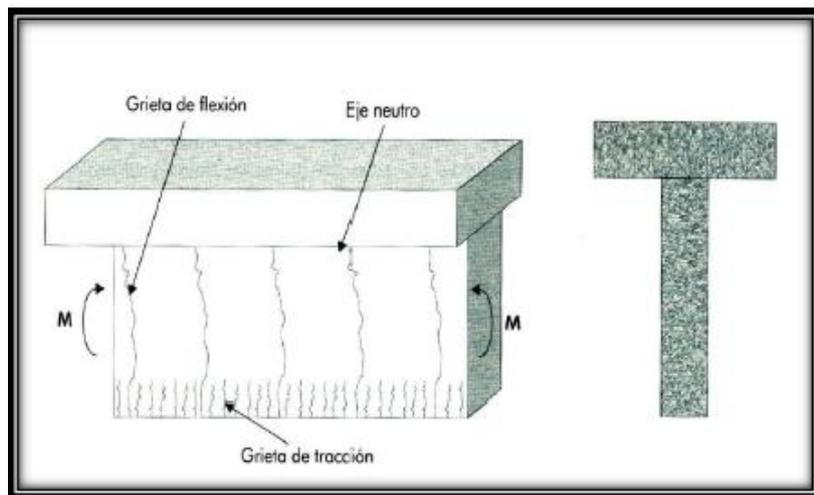


Figura 92. Grietas por flexión
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

c) Grietas longitudinales.

Aunque las grietas longitudinales, es decir aquellas que se forman a lo largo de la dirección de las barras de refuerzo, se pueden inducir como consecuencia de los fenómenos de retracción plástica o de asentamiento plástico (ver Sección e.2 fig 53), también pueden formarse grietas longitudinales por falta de adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo. Esta situación, no es usual en estructuras bien calculadas y construidas, bajo las cargas normales de servicio. Pero si se presentan, indican un grave deterioro del comportamiento mecánico del elemento y de exposición extrema del acero principal a eventuales sustancias agresivas. Ocasionalmente, la falta de adherencia se presenta porque durante la construcción, las varillas de acero se impregnan de aceites, bentonita o tienen óxido suelto.

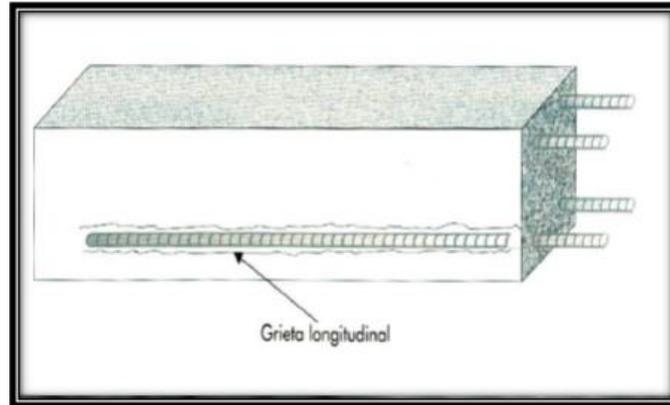


Figura 93. Grietas Longitudinal.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

d) Grietas por cortante.

Para el caso de vigas y losas sometidas a esfuerzos de corte (y flexión), la deformación que ocurre puede causar las llamadas «grietas de cortante» que aparecen inclinadas en las zonas cercanas a los apoyos. El ángulo entre las grietas de cortante inclinadas y el eje de la viga, es de aproximadamente 45° (zona de máximo cortante y mínimo momento de flexión, por cargas verticales). Algunas veces, si existen fisuras de tracción en la parte superior de la viga (que se han causado por momentos negativos de flexión cerca al apoyo), estas tienden a unirse con las grietas de cortante

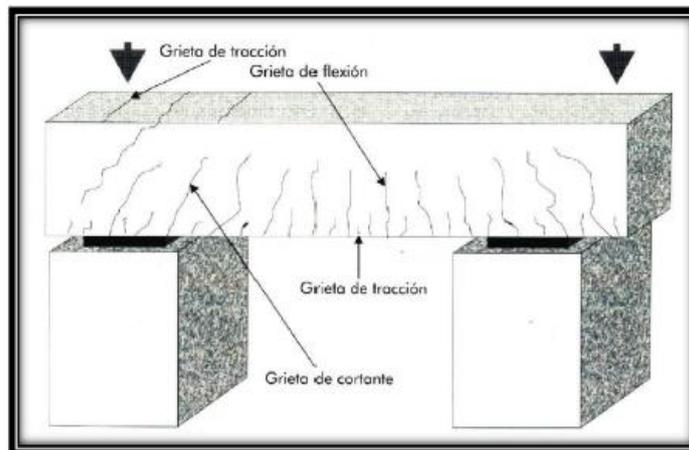


Figura 93. Grietas por cortante.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

e) Grietas por torsión.

Los esfuerzos de torsión en un elemento estructural como una viga, causan grietas transversales e inclinadas similares a la grietas de cortante, pero difieren de estas últimas en que siguen un patrón de espiral que atraviesa toda la sección de los miembros afectados

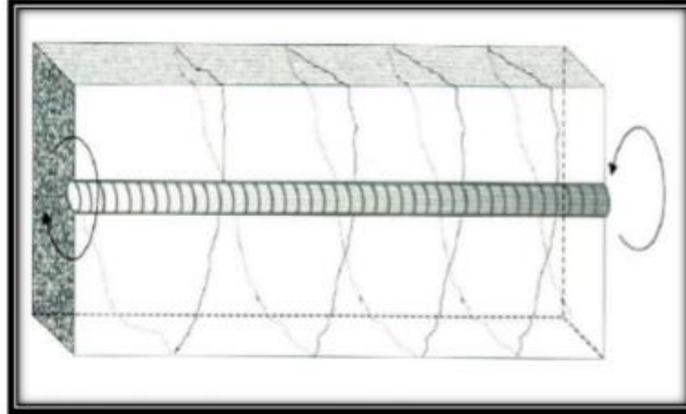


Figura 94. Grietas por torsión
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

f) Grietas por punzonamiento.

La condición del estado límite último por punzonamiento se alcanza en elementos que experimentan tracciones que se originan por tensiones tangenciales, que a su vez son motivadas por una carga o reacción localizada en un área relativamente pequeña. Este fenómeno de falla, se caracteriza por la formación de una superficie de fractura en forma de tronco de pirámide, cuya directriz es el área cargada. Usualmente, la falla es del tipo frágil, lo cual denota falta de refuerzo en la zona.

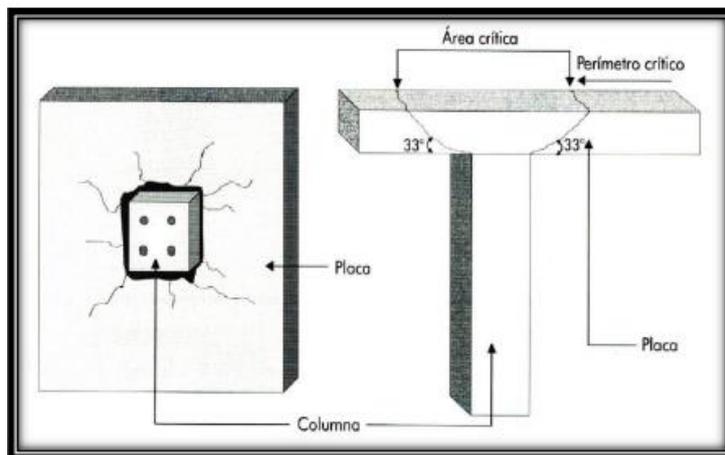


Figura 94. Patrón de falla local por aplastamiento debido a carga en columna
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

g) Grietas por compresión simple.

Cuando un elemento de concreto como una columna está sometida a una carga axial, se produce un esfuerzo de compresión simple que actúa sobre toda la sección transversal de la columna. Si se rebasa la capacidad resistente de la columna a la compresión, entonces ocurre una fisuración que es paralela a la dirección larga de la columna y que no necesariamente es superpuesta a las varillas de la armadura, Cuando el patrón es oblicuo, puede estar indicando que el concreto está seco.

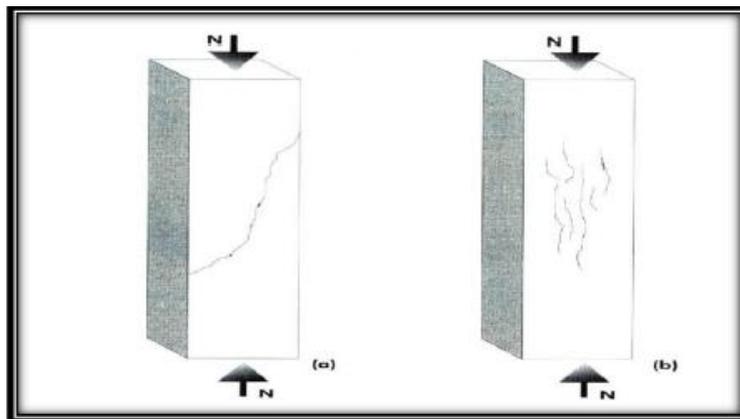


Figura 95. Patrón de falla por compresión simple en una columna
Fuente: Sánchez de G, 2011⁽³¹⁾

I). Fracturas y aplastamientos.

(Sánchez de G, 2011)³¹ Dentro de los fenómenos que originan fracturas y aplastamientos en el concreto, se encuentran las grietas de apoyo; los planos de falla por aplastamiento local; las fracturas y los descascaramientos por impactos; y la desintegración por trituración.

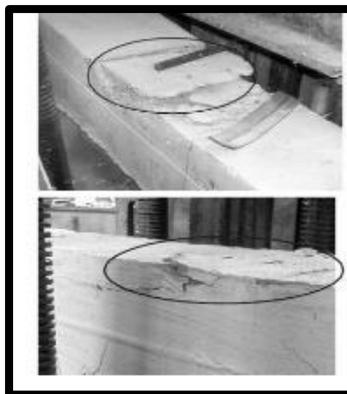


Figura 96 Fallas por aplastamiento y desprendimiento del concreto
Fuente: Sánchez de G, 2011⁽³¹⁾

I) Fracturas en apoyos.

Cuando se tienen elementos simplemente apoyados, apoyados, como por ejemplo vigas, se pueden generar fracturas y fallas de borde que están en conexión con las zonas de apoyo. Entre ellas, pueden darse varias modalidades, las más usuales son las siguientes:

a) Fractura por rigidez de apoyo.

Ocurre cuando la conexión (junta de dilatación) entre el elemento que se apoya y el elemento de apoyo no tiene una transición adecuada mediante un elemento de amortiguamiento como un «cojín de neopreno». Usualmente, la fractura ocurre como consecuencia de: los movimientos y esfuerzos horizontales que experimenta la zona del apoyo, por los ciclos de dilatación y contracción térmica; y/o por la rotación que experimenta el elemento apoyado, lo cual puede inducir un sobre esfuerzo local de compresión al concreto de la esquina del elemento de apoyo

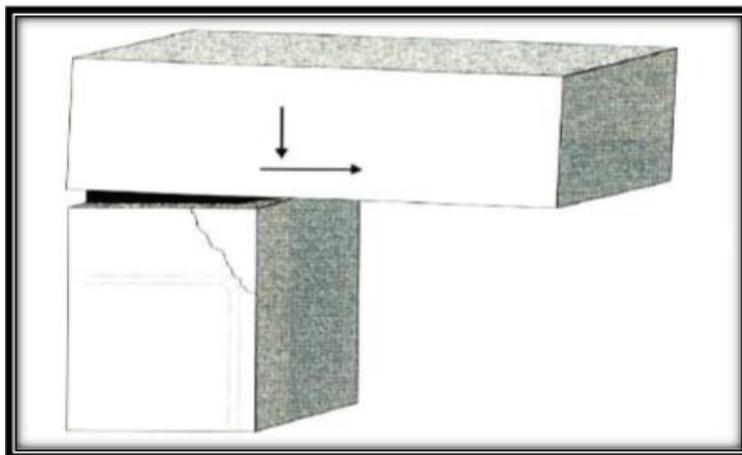


Figura 97 Fractura de borde, por rigidez del apoyo.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

b) Fractura inducida por el recubrimiento.

Ocurre en ciertas ocasiones, cuando el material de transición y amortiguamiento se sitúa muy cerca del borde de los elementos y por ello se induce un plano de falla que descascara el recubrimiento de las barras principales del refuerzo que se encuentran dobladas.

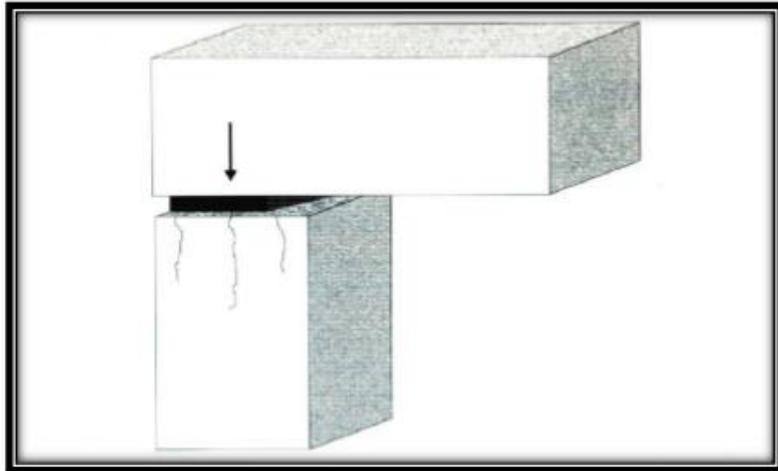


Figura 98 Fractura inducida por recubrimiento
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

c) Fractura por falta de refuerzo en el borde.

Este tipo de fisura ocurre cuando el borde del extremo de una viga que se apoya sufre esfuerzos de compresión y/o tracción locales, y no se ha reforzado suficientemente o el refuerzo principal está compuesto por varillas de gran diámetro que al ser dobladas requieren de un amplio radio de doblado que no se cumple (ver figura 63).

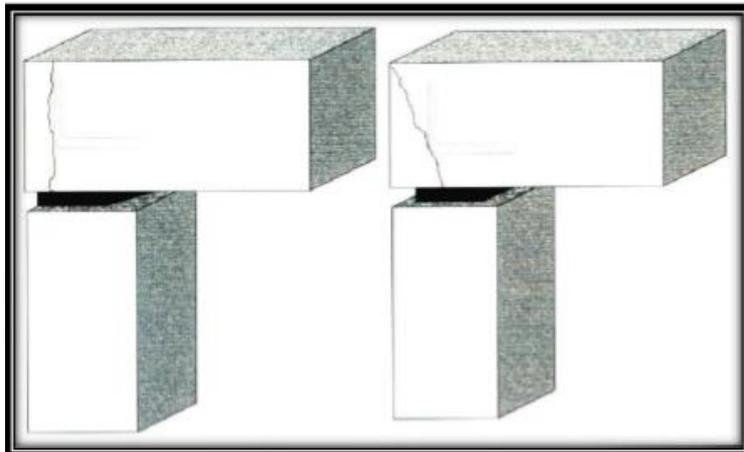


Figura 99 Fractura inadecuada en el borde
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

d) Fractura por aplastamiento local.

Las fracturas y grietas por aplastamiento tienen su origen en la alta concentración de cargas que a veces se dan en las zonas de apoyo de elementos simplemente apoyados, o en las zonas de anclaje para el pre-esfuerzo de torones y cables. Cuando el aplastamiento ocurre por una carga concentrada, el patrón de falla se localiza directamente debajo de esta, que tiende a dividir la sección de concreto localmente.



Figura 100 Falla local por aplastamiento debida a una carga Concentrada en una columna.
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

2.3.11.3. Lesiones Químicas

(Rivva, 2006)²⁷ Dentro de los factores de deterioro imputables a las lesiones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataque de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali – agregado. También se puede mencionar la corrosión de los metales, este se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea y el resultado es una oxidación destructiva del material en cuestión.

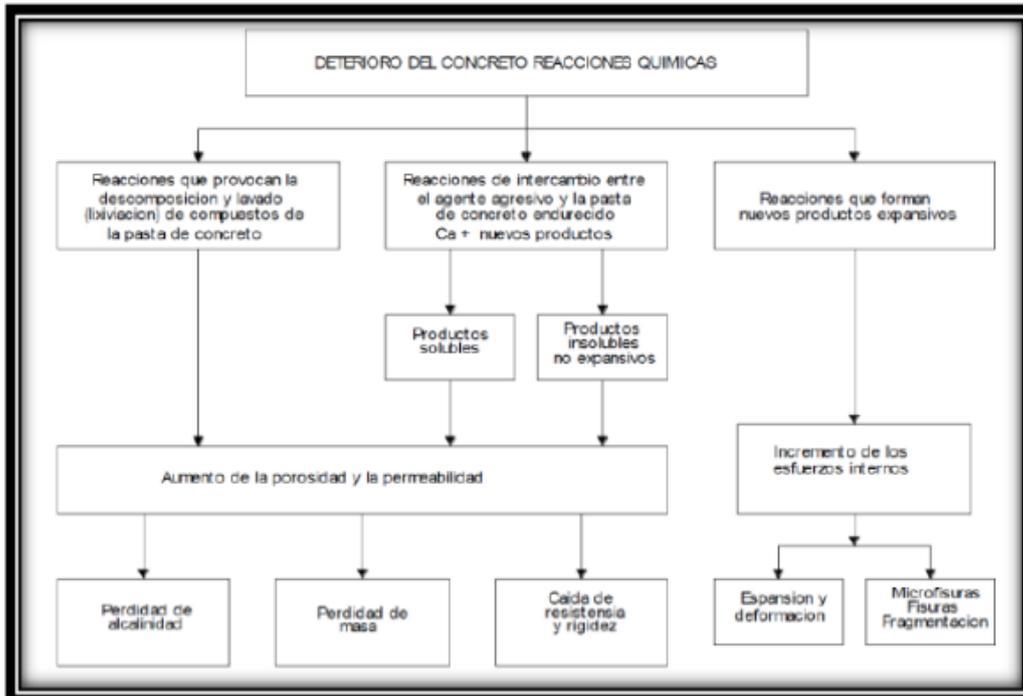


Figura 101 Deterioro del concreto por reacciones químicas

Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

A) Lixiviación por aguas blandas.

(Rivva, 2006)²⁷. El paso del agua a través del concreto – por filtración o por presión – produce la disolución y extracción de la cal libre con la consecuente pérdida de volumen y de resistencia. La disolución de la cal del concreto ocurre también por contacto con aguas blandas debido al bajo contenido de sales que tienen estas.



Figura 102. Filtración en el concreto armado

Fuente: Rivva, 2006 ⁽²⁷⁾

B) Ataque de sulfatos.

(Sánchez de G, 2011)³¹ Algunos sulfatos de sodio, calcio, potasio, y magnesio que están naturalmente el suelo o disueltos en el agua freática o en la atmósfera pueden acumularse sobre la superficie del concreto incrementando a su concentración y por lo tanto el riesgo de deterioro. Los mecanismos que intervienen en el ataque del concreto por sulfatos, son dos reacciones químicas.

- Combinación de los sulfatos con hidróxido de calcio (calibre), que forman sulfato de calcio (yeso).
- Combinación de yeso con aluminio hidratada de calcio para formar sulfoaluminato de calcio (etringita).
- Estas dos acciones tienen como resultado un aumento del volumen sólido (en aproximadamente un 18%), y a la segunda se le atribuyen la mayoría de las expansiones, rupturas o ablandamientos del concreto causados por soluciones de sulfatos.

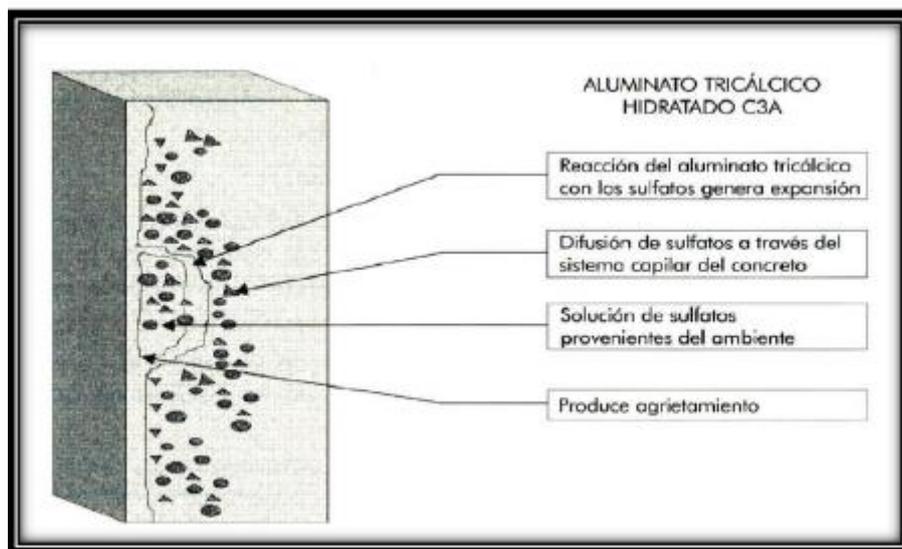


Figura 103. Mecanismos de deterioro del concreto por ataques de sulfatos

Fuente: Sánchez de G, 2011⁽³¹⁾

C) Ataque de ácidos.

Es un hecho bien conocido que la pasta de cemento Portland endurecido, el elemento que mantiene adherido el concreto, es un material silico-calcáreo con un fuerte carácter básico cuyo pH es del orden de 13 y por lo tanto susceptible al ataque de cualquier vapor de ácido o ácido líquido, por débil que fuese.



Figura 104. Ataque de ácidos al concreto
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

D) Segregación (SE):

Distribución inadecuada de los componentes de la mezcla, manifestada como la separación éstos con la pasta, propiciando un desplazamiento de los agregados gruesos hacia la parte inferior.

La segregación es ocasionada entre otros factores por una dosificación inadecuada, concreto vertido de alturas excesivas, faltas o exceso de vibrado, empleo de agregados gruesos sin aparente cohesión, exceso de agregados gruesos o finos, etc



Figura 105. Segregación en el concreto
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

E) Hormigueros (HO):

Alteración sufrida por el concreto, definida por la presencia de oquedades superficiales que quedan en el concreto endurecido, evidenciando zonas vacías en las caras de los elementos. Los hormigueros son causados generalmente por falta de vibrado, compactación excesiva o deficiente, prácticas inapropiadas en la colocación del concreto en zonas con alta densidad de refuerzo, dosificaciones inadecuadas de mezclas de concreto, etc.



Figura 106. Presencia de hormigueros en la viga cabezal
Fuente: Sánchez de G, 2011 ⁽³¹⁾

F) Carbonatación.

(Calavera J, 1996)³². La carbonatación, es un tipo particular de reacción acida, pero de excepcional importancia en la durabilidad del concreto. Se debe a la penetración por difusión del dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO₂), del aire atmosférico o del suelo, en la estructura porosa de la superficie del concreto

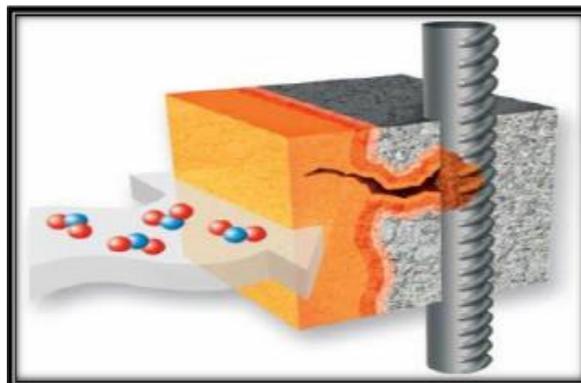


Figura 107. Proceso de carbonatación
Fuente: Calavera J, 1996 ⁽³²⁾

G) Eflorescencia.

(Monjo J. 1997)³³. Como la cristalización en la superficie de un material de sales solubles contenidas en el mismo que son arrastradas hacia el exterior por el agua que las disuelve, agua que tiende a ir hacia afuera, donde acaba evaporándose y permite la mencionada cristalización.



Figura 108. Eflorescencia en el concreto

Fuente: Monjo J. 1997⁽³³⁾

Pues, para que se produzca la eflorescencia es necesaria la influencia de tres fenómenos fisicoquímicos, a saber:

- Existencia de sales solubles en algunos de los materiales constitutivos del cerramiento afectado (ladrillo, bloques, piedra, morteros, hormigón, etc.).
- Presencia de humedad, normalmente infiltrada, que tiende a salir al exterior por simple diferencia de presión de vapor.
- Disolución y transporte de las sales hacia la superficie exterior del cerramiento donde, al evaporarse el agua en contacto con la atmosfera con menor presión de vapor, las sales disueltas recristalizan adoptando formas simétricas según el sistema de cristalización, que nos recuerdan a flores, de donde viene el nombre de “eflorescencias”.

H) Oxidación.

Entendido este conjunto como la transformación molecular y la pérdida de material en las superficies de los metales y sobre todo en el hierro y el acero.

Objetivamente deberíamos considerarlas como dos lesiones distintas, ya que sus procesos patológicos, aunque normalmente sucesivos, son químicamente diferentes; sin embargo, prefiero agruparlas dentro de un solo tipo ya que su aparición es simultánea y su sintomatología muy parecida. No obstante, a los efectos de su definición y tipología conviene distinguirlas.



Figura 109. Evidencia de manchas de óxido en la superficie del concreto.

Fuente: Monjo J. 1997 ⁽³³⁾

I). Corrosión del acero en el concreto

La corrosión de las armaduras es un proceso electroquímico que causa la oxidación del acero de refuerzo en el concreto. Los factores que favorecen el proceso de corrosión se relacionan con las características del hormigón, el espesor del recubrimiento, la localización de la armadura y el medio ambiente al cual está expuesta la estructura. Como la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal como consecuencia de la aparición de una pila electroquímica, en presencia de un electrolito, en la que el metal en cuestión actúa de ánodo perdiendo en favor del polo positivo (cátodo) electrones que acaban deshaciendo moléculas, lo que se materializa como pérdida de metal.



Figura 110. Efectos de la corrosión
Fuente: Monjo J. 1997 ⁽³³⁾

Mecanismo de corrosión del concreto.

Una vez que la corrosión se ha desencadenado, esta se manifestará bajo tres vertientes.

- Sobre el acero, con una disminución de su diámetro inicial y por lo tanto de su capacidad mecánica.
- Sobre el concreto, debido a que al generarse acumulación de óxidos expansivos en la interface acero-concreto, provoca fisuras y desprendimientos.
- Sobre la adherencia acero/concreto, desde el punto de vista de la corrosión del acero en el concreto



Figura 111. Corrosión en el acero de refuerzo de las vigas
Fuente: Monjo J. 1997 ⁽³³⁾

2.3.11.4. Lesiones Biológicas

(Calavera J, 1996)³² Aunque la contaminación atmosférica es un importante factor de deterioro del concreto, la actividad biológica juega también un papel preponderante debido a sus interacciones con el material. La presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras del concreto, no solamente pueden afectar al confort ambiental y la estética de las construcciones, sino que también puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico y biológico. En ellos podemos encontrar las bacterias, hongos, algas, líquenes y musgos.

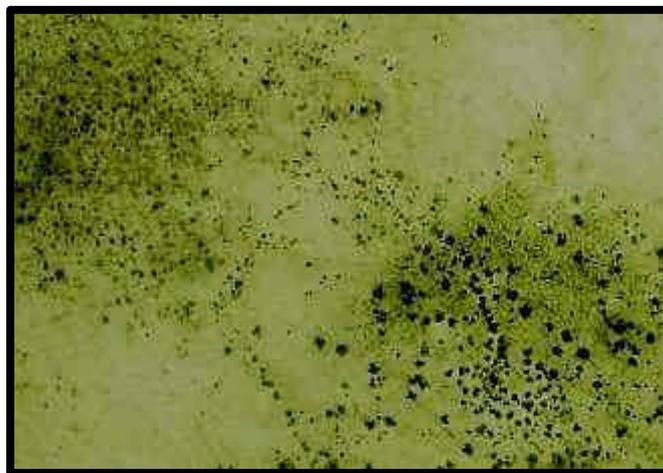


Figura 112. Moho negro en concreto con humedad y putrefacción
Fuente: Calavera J, 1996⁽³²⁾

A). Contaminación del concreto (CTC):

La presencia de microorganismos en las estructuras de concreto no solo afectan la estética, también puede inducir fallas de carácter físico o químico y aumentar el deterioro de daños preexistentes. La acción de organismos biológicos aumenta la permeabilidad del concreto, conduce la saturación del material y por consiguiente causa daños por acción de los procesos de humedecimiento y secado, transformando los compuestos del cemento.

Usualmente los microorganismos de origen vegetal prefieren las superficies de concreto rugosas, porosas y húmedas, para establecer sus colonias. Durante el ciclo de vida de esa vegetación se producen sustancias que pueden ocasionar ataques químicos al concreto desencadenando desintegración de la pasta de cemento, entre estos se destacan las algas, líquenes y musgos.



Figura 113. Contaminación del concreto de las aletas de un Puente
Fuente: Calavera J, 1996 ⁽³²⁾

B). Biorreceptividad.

(Sánchez de G. 2011)³¹. La Biorreceptividad del concreto, como la de cualquier otro material, hace referencia al estudio de todas aquellas propiedades del concreto que contribuyen o favorecen la colonización, establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen animal o de origen vegetal, y que afectan su durabilidad como material de una construcción. Pero además, para que la Biorreceptividad del concreto funcione, se requieren cuatro condiciones: presencia de agua, disponibilidad de nutrientes, condiciones ambientales apropiadas, y superficie de colonización

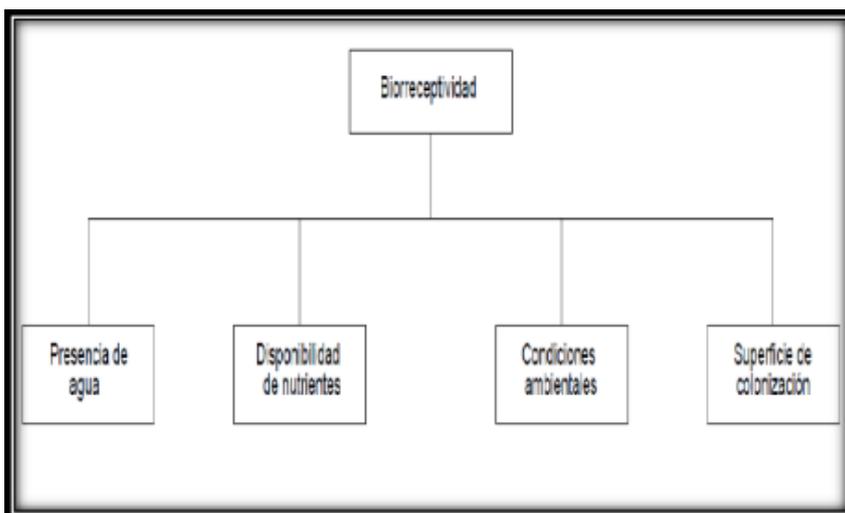


Figura 114. Cuadro de condiciones de la Biorreceptividad
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

a) Presencia de agua.

Todas las formas de vida conocidas en la tierra, necesitan del agua para crecer y reproducirse. De manera que, para que haya deterioro biológico se requiere agua; y esta puede proceder de fuentes externas (humedad del medio ambiente) o estar presente en los poros del concreto (humedad relativa efectiva).

b) Disponibilidad de nutrientes.

De igual modo que con el agua, los microorganismos forman colonias donde hay fuentes disponibles de nutrientes. El medio ambiente puede ser una fuente, las sustancias que se depositan o impregnan la superficie del concreto pueden ser otra fuente, y el mismo concreto puede constituirse también en una fuente de alimentación.

c) Condiciones ambientales.

Aunque el microclima que rodea la superficie del concreto, es determinante para el desarrollo de microorganismos, hay ciertos géneros que pueden sobrevivir por largos períodos de tiempo en condiciones muy adversas. Por ejemplo, la presencia de oxígeno no siempre es necesaria o determinante, pues las bacterias anaeróbicas viven con concentraciones de oxígeno inferiores a 0.1 mg/l; mientras que las aeróbicas lo hacen con concentraciones de oxígeno superiores a 1g/l.

d) Superficie de colonización.

Para que se establezcan los asentamientos y colonias de microorganismos sobre la superficie del concreto, deben establecerse unos mecanismos de fijación, y ellos se dan en virtud de la textura que ofrece la superficie de anclaje. Usualmente, las texturas rugosas y porosas ofrecen mejores condiciones para el asentamiento porque favorecen la retención de agua y el crecimiento del microorganismo invasor; aunque, algunas superficies lisas y densas también pueden servir como superficie de invasión.



Figura 115. Biorreceptividad en el concreto
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

C). Biocapa.

La capa biológica o biocapa se puede definir como la película o costra que se forma sobre la superficie de concretos y morteros, como consecuencia del asentamiento y presencia de microorganismos con actividad metabólica; cuyo ciclo de vida, también favorece la formación y espesor de la biocapa (por excreción de sustancias como polisacáridos y productos ácidos), y por la descomposición de microorganismos muertos.

La biocapa se caracteriza por ser una masa de consistencia gelatinosa o mucilaginosa, de coloración variada (manchas con diversas pátinas de color verde, marrón o negro), según la presencia o ausencia de oxígeno

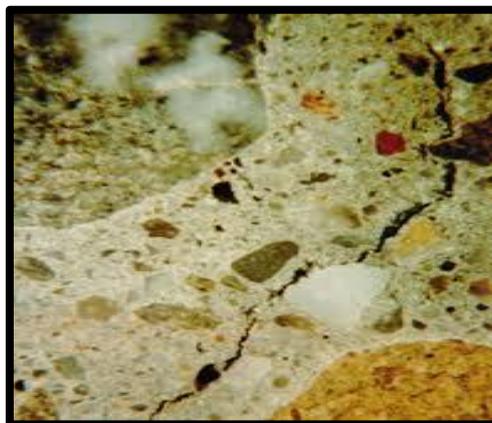


Figura 116. Biocapa en el concreto
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

D). Microorganismos.

(Sánchez de G. 2011)³¹ Entre los organismos que fomentan el deterioro microbiológico del concreto, se pueden distinguir géneros y especies principalmente de origen vegetal. Entre ellas, se encuentran las bacterias, los hongos, las algas, los líquenes y el musgo.



Figura 117. Presencia de Microorganismos en el concreto
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

a) Bacterias.

En general, las bacterias son microorganismos cuyo tamaño es del orden de una micra o menos y están constituidos por una sola célula rudimentaria. Algunas son patógenas para los seres vivos del reino animal y otras no. Según su forma se distinguen en cocos, bacilos, vidrios y espirilos. Además, pueden ser aeróbicos (si utilizan el oxígeno para sus procesos vitales) o anaeróbicos (si necesitan un ambiente carente de oxígeno). Como bacterias dañinas para el concreto, en virtud de los procesos químicos que se derivan de su metabolismo.



Figura 118. Presencia de Bacterias en el concreto
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

b) Hongos.

Entre los microorganismos vegetales, se encuentran en primera instancia los hongos de superficie, que son capaces de crecer en condiciones anaeróbicas y con cantidades de agua inferior a la necesaria para el crecimiento de bacterias. Sin embargo, pueden sobrevivir en agua o en la tierra, siempre y cuando exista presencia de materia orgánica.



Figura 119. Presencia de hongos en el concreto
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

c) Algas, Líquenes y Musgos.

Las algas son plantas celulares acuáticas provistas de clorofila, con tallos de figura de cintas, filamentos o ramificaciones, sostenidos por una base común. Los líquenes son organismos vegetales que resultan de la simbiosis de un alga y un hongo. El hongo cede al alga, el agua y sustancias minerales, y toma de estas las sustancias orgánicas. El musgo, es una planta briofita, con hojas provistas de pelos rizoides, de textura blanda, de forma no muy definida y altura limitada, que crece en lugares sombríos sobre la corteza de los árboles, las piedras y materiales de construcción como el concreto.

Las algas, los líquenes y el musgo, generalmente se asocian a ecosistemas acuáticos, pero también se encuentran en medios terrestres, donde el agua se retiene o la evaporación se atenúa por estar al abrigo del viento o la luz solar. Por tanto, la humedad del sustrato de invasión es crucial para su colonización. Su

crecimiento no es uniforme y frecuentemente forman manchas en las superficies donde se desarrollan.

Las superficies de concretos y morteros colonizados por líquenes, usualmente se encuentran fuertemente alteradas, mostrando abundantes perforaciones (microperforaciones con diámetros de 0.5 a 10 micras; y mesoperforaciones con diámetros visibles de 0.1 a 0.5 mm), evidentes después de la muerte y desaparición del talo liquénico. Hay casos en los cuales las hifas del talo, se han encontrado a profundidades de 5 mm. o más, sobre todo en fisuras o planos de falla con más de 10 mm. de profundidad.

El musgo, a diferencia de los anteriores, obtiene el agua y los nutrientes a partir de la atmósfera saturada, ya que carece de raíces verdaderas,



Figura 120. Presencia de Bacterias en el concreto
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³¹⁾

Pues los rizoides son apéndices que ayudan a fijar la planta, pero que no absorben ni agua ni nutrientes del sustrato de anclaje. Estos, también son sensibles al dióxido de sulfuro de la atmósfera. En algunos casos, se ha constatado que los rizoides penetran el concreto o el mortero hasta 10 mm. y ocasionan una abundante red de filamentos distribuida en el interior de la masa, causando fisuras y grietas, facilitando el acceso de agua y sustancias agresivas. Además, el ciclo de vida del musgo favorece la presencia de materia orgánica en el sustrato; lo cual a su vez, fomenta el desarrollo de microorganismos heterótrofos (bacterias), produciendo humus para el posterior crecimiento de plantas vasculares.

2.3.12. Daños por procesos constructivos deficientes

(Monjo J. 1997)³³ Estos daños pueden originarse por la utilización de los materiales con calidad inadecuada (cemento, agregados, agua), problemas en la dosificación, la producción, el transporte, la colocación y el curado.

- Pandeos, producto de esfuerzos de compresión sobre elementos verticales, sea lineal o superficial.
- Alabeos, resultado de una rotación del elemento por esfuerzos torsionales.
- Desplomes, ocasionado por el desplazamiento de la cúspide de los elementos por empujes horizontales o asentamientos.

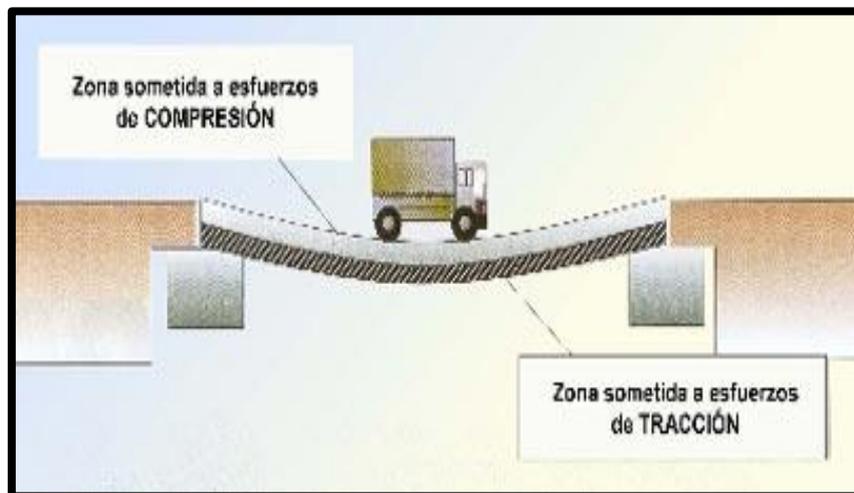


Figura 121. Vigas Sometidas a esfuerzos de tracción y compresión.

Fuente: Sánchez de G. 2011⁽³³⁾

2.3.12.1 Sobrecarga

Las sobrecargas son cargas que exceden a los elementos. El acero es elástico, es decir, recupera su forma original cuando disminuye la carga hasta anularse, esto es sólo hasta un cierto punto, conocido como punto de fluencia. Si los elementos de acero trabajan, provoca que se doblen o se estiren y se mantengan así después de haber retirado la carga, provocando una deformación permanente de los materiales, más allá de su rango elástico se llama deformación plástica. La deformación plástica se puede causar tanto en compresión como tracción.

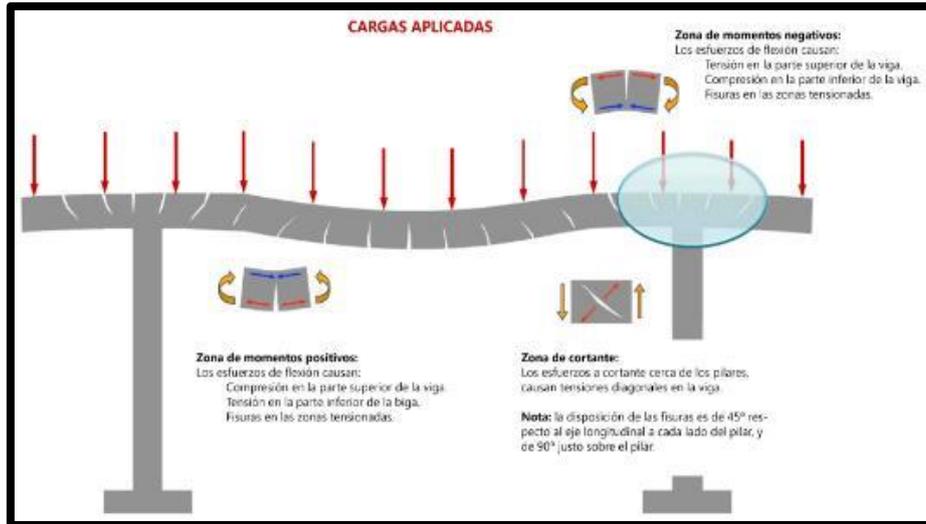


Figura 122. Vigas Sometidas a cargas aplicadas.
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³³⁾

2.3.12.2 Deflexión (Pandeo).

Una sobrecarga puede llevar a la deformación plástica, así como a la pérdida completa de los miembros y de la estructura. Esto ocurre cuando falla un miembro que trabaja a la tracción o cuando un miembro que está en compresión presenta pandeo en el punto de falla

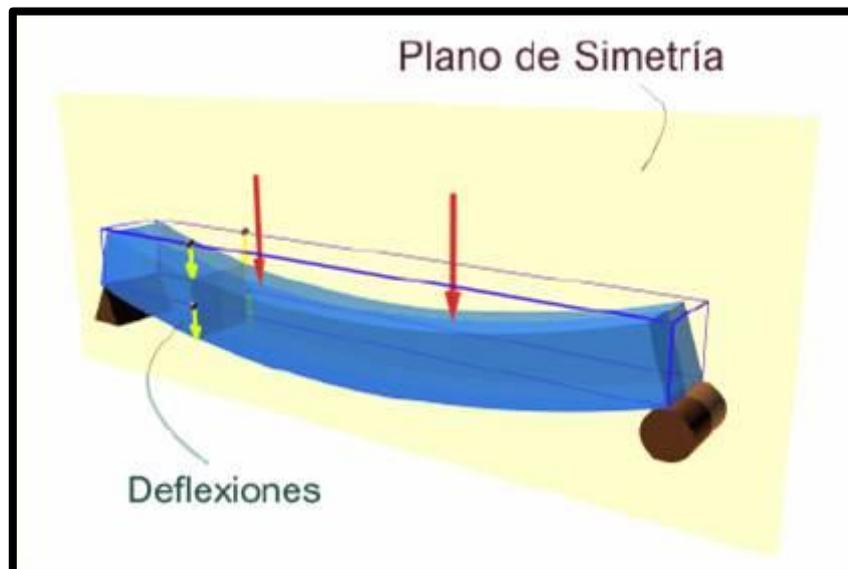


Figura 123. Vigas Sometidas a sobrecargas
Fuente: Sánchez de G. 2011 ⁽³³⁾

2.3.13. Inspección visual de patologías del concreto.

(M.T.C. 2006)¹³. La observación visual es una metodología a emplear en primera instancia para evaluar estructuras que presentan patologías, ya que permite obtener rápidamente una noción sobre las condiciones generales y particulares en que se encuentra. En estructuras de características complejas, desde el punto de vista de su diseño estructural o de las condiciones de agresividad del medio de exposición, la inspección visual resulta mucho más efectiva si se realiza según la Guía Para Inspección de Puentes – 2006.

2.3.14. Método Para el Estudio de Patologías en Situ.

A continuación se presenta dos metodologías para el estudio de procesos patologías en la construcción:

a) Método Propuesto por Juan Monjo

(Monjo J. 1997)³³. Establece que el estudio patológico es “el análisis exhaustivo del proceso patológico con el objeto de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la reparación consiguiente”.

Este está conformado por cuatro etapas de investigación que consisten en:

1) Observación de Campo

- Detectar lesiones.
- Identificar la lesión.
- Independizar lesiones y procesos distintos.

2) Toma de Datos

- Identificación de la lesión.
- Constructivos, relativos a los materiales o elementos afectados por la lesión.
- Ambientales, según la situación del edificio y la localización de la lesión en él.

3) Análisis del proceso y diagnóstico

- Causas, que han originado el proceso, distinguiendo entre las directas e indirectas.
- Evolución del proceso patológico.

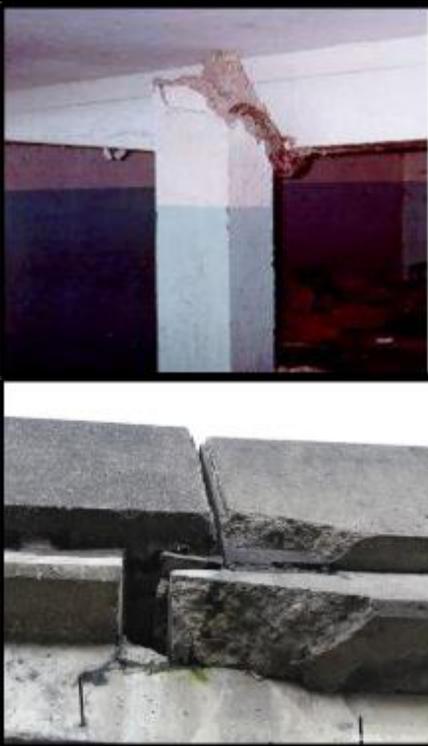
4) Propuesta de Actuación

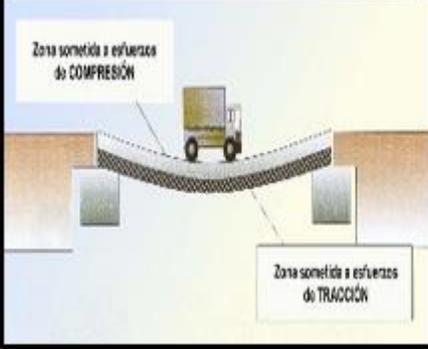
- Propuestas de reparación: de las causas y de los efectos.

- Propuestas de mantenimiento.

2.3.15. Cuadro General de Lesiones Patológicas a Evaluar

Se presenta el siguiente cuadro elaborado gracias a la diversidad de información acerca de las patologías y las lesiones a evaluar en esta investigación:

PATOLOGIAS : LESIONES		
TIPOS	CLASES	IMAGEN
FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CAMBIOS DE HUMEDAD ▪ CAMBIOS DE TEMPERATURA ▪ EXPOSICIÓN DE AGUA EN LA ESTRUCTURA 	
MECÁNICAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DESPRENDIMIENTOS ▪ IMPACTOS • VIBRACIONES EXCESIVAS • EROSIÓN POR ABRASIÓN • EROSIÓN POR CAVITACIÓN • SOCAVACIÓN • FISURAS • GRIETAS ▪ FRACTURAS 	

<p>QUÍMICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIXIVIACIÓN POR AGUAS BLANDAS • ATAQUE DE SULFATOS • ATAQUE DE ACIDOS ▪ SEGREGACIÓN ▪ HORMIGUEROS • CARBONATACIÓN • EFLORESCENCIA • OXIDACIÓN ▪ CORROSIÓN 	
<p>BIOLÓGICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BIORRECEPTIVIDAD (COLONIZACIÓN) • BIOCAPA • MICROORGANISMO (BACTERIAS, HONGOS, ALGAS, LÍQUENES Y MUSGOS) 	
<p>DAÑOS POR PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEFICIENTES</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SOBRECARGA ▪ DEFLEXIÓN 	

Fuente: Elaboración Propia (2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación.

El estudio a realizarse es del tipo, descriptivo, no experimental y de corte transversal.

- **Es descriptivo** porque describe la realidad, sin que esta sea alterada.
- **Es no experimental** porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
- **Es de corte transversal** porque se está analizando en un periodo exclusivo

La investigación realizada fue de tipo **descriptivo**, donde nos enmarcaremos en observar y describir el comportamiento las variables de la investigación para luego ser analizadas e interpretadas, sin alterar la condición de cómo se encuentra.

Nivel de investigación de la tesis.

El nivel de la investigación fue de tipo **cualitativo**, la preponderancia del estudio de los datos, se basó en la cuantificación y cálculo de los mismos. Estas últimas basadas en especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones y/o componentes del fenómeno a estudiar propios del proyecto.

Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación empleado nos indicó como abordar metodológicamente la investigación, acorde a su tipo y nivel de investigación; con el fin de recolectar la información necesaria para responder al problema de investigación, además el diseño de investigación fue **no experimental**, porque se estudió y se analizó las variables sin recurrir a laboratorio; y de **corte transversal**, porque se efectuó el análisis en el periodo de Abril-2018.

El procedimiento utilizado, para el proyecto fue:

1. Recopilación de información previa:

- ✓ Búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes que ayudó a cumplir con los objetivos de este proyecto (Proyecto

Este diseño se gráfica de la siguiente manera:

Original, modificaciones, usos, elementos colindantes, condiciones de contorno).

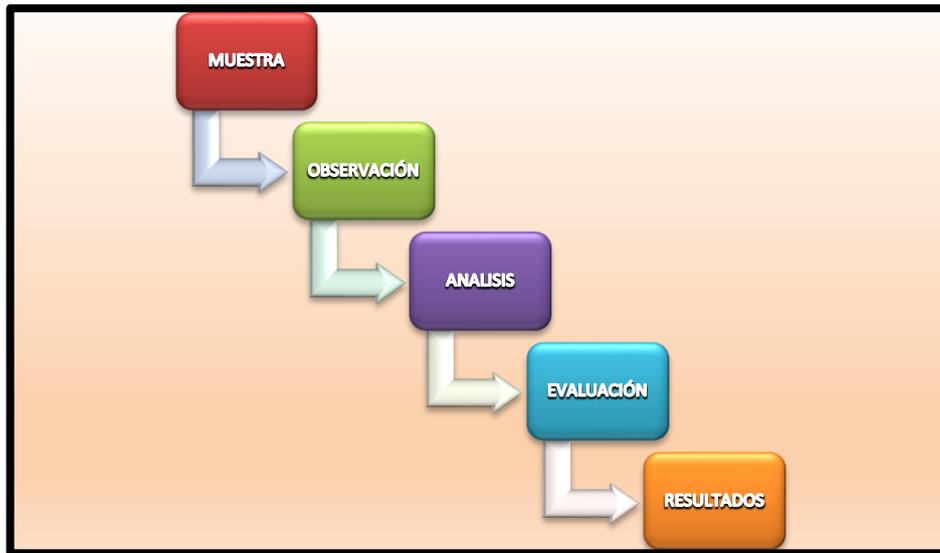
2. Inspección de campo y toma de datos:

- Detectar e identificar las lesiones patológicas; luego registrar en la ficha de inspección de campo por unidades de muestra, según su clase, severidad y área afectada.
- Levantamiento gráfico y recuento fotográfico de las lesiones.

3. Análisis y evaluación del proceso patológico:

- Analizar y evaluar la información recopilada durante la inspección de campo.
- Describir e interpretar los resultados del estudio patológico realizado.
- Establecer el diagnóstico del estado actual de las estructuras evaluadas.
- Elaborar las conclusiones y recomendaciones del estudio efectuado.

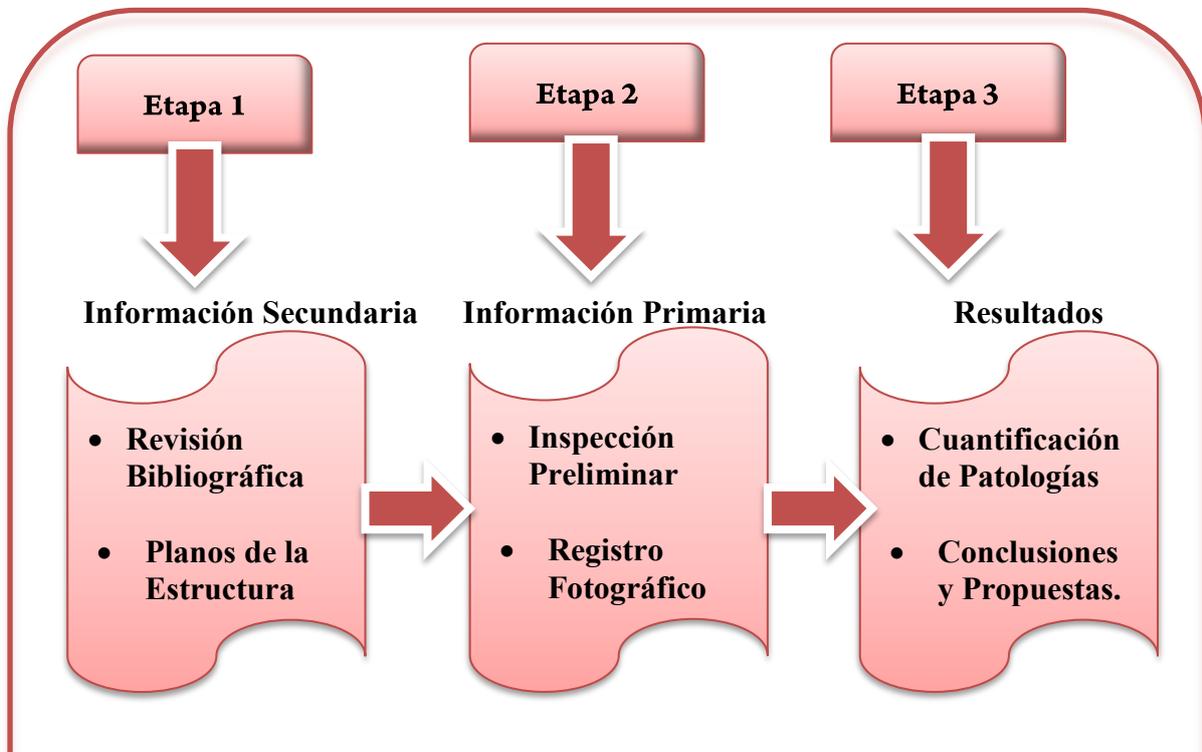
Por tanto el esquema del diseño de investigación que se aplicará es de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración Propia

En esta tesis se analizó el estado actual del puente, por medio de las patologías encontradas, para lograr dar una calificación del nivel de vulnerabilidad, el cual estaría dado por el porcentaje de áreas afectadas, las deflexiones máximas y las áreas de acero las cuales no están cumpliendo con el diseño

El estudio consistió en 3 etapas:



Fuente: Elaboración Propia (2018)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1.- Universo o Población

Para la presente Investigación el Universo está dado por la delimitación geográfica de la localidad de Amotape, del distrito de Amotape, provincia de Paita, Departamento Piura. Así mismo Para la presente investigación, la población estuvo conformada por toda la estructura del Puente Vehicular Simón Rodríguez.

3.2.2.- Muestra

La muestra de estudio estuvo compuesta por todos los componentes de los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez del Distrito de Amotape, provincia de Paita, Departamento Piura.

(Construcción & vivienda comunicadores) ¹ El puente Simón Rodríguez se terminó de construir en 1987. Su estructura constaba de 10 tramos isostáticos, apoyados sobre nueve apoyos y dos estribos cuya longitud alcanzaba los 381 m en total. La cimentación del puente original se construyó utilizando pilotes excavados de 19 m y 23 m de largo. El tablero soportaba una tubería de 600 mm de diámetro, que formaba parte de la línea de conducción de agua potable para la ciudad de Talara.

El perfil licitado consideraba la construcción de un puente de 90 m de longitud. Sin embargo, la obra ejecutada tiene una luz de 120 m de puente nuevo. Finalmente, se logró tender un puente de 423.80 m en total.

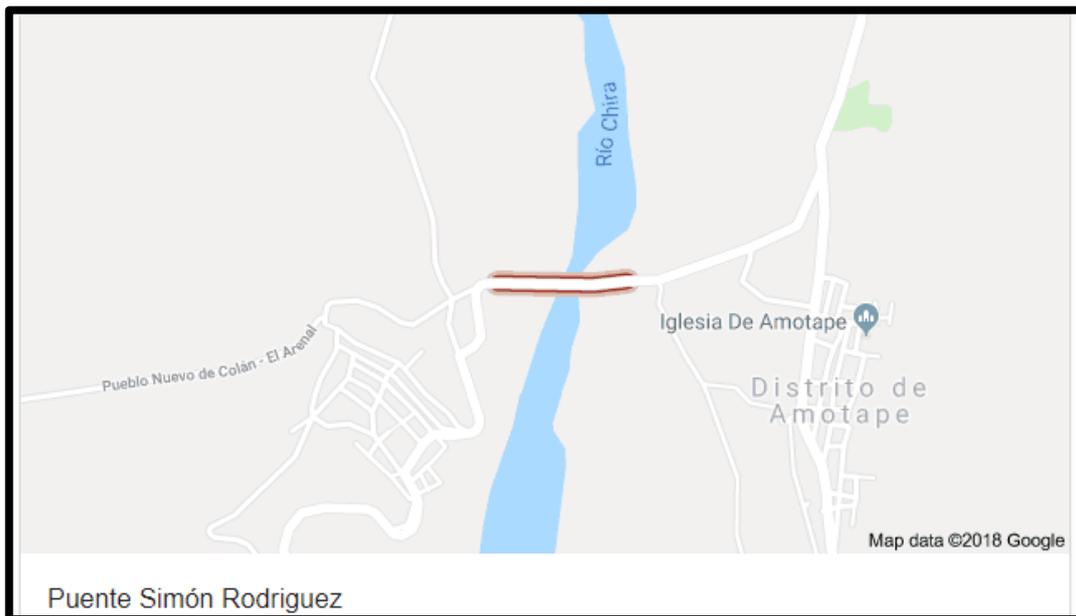


Figura 124. Ubicación del Puente Simón Rodríguez

Fuente: Imágenes del Google Earl

ESTRUCTURA PROPUESTA

El tipo de puente construido es un presforzado constituido por vigas doble T con losa de concreto armado. El puente nuevo ejecutado es de 120 m de longitud constituido por tres tramos de 36, 48 y 36 m. Tiene un ancho de calzada de 7.20 m. La subestructura está compuesta por pilares y estribo derecho de concreto armado.

La cimentación es profunda. Consta de pilotes excavados de 1 m de diámetro y 21 m de longitud en los pilares y 31 m, 26 m y 20 m en el estribo derecho. Se reforzaron pilotes de 20 m de longitud en el apoyo existente izquierdo.

La estructura tiene una losa de concreto armado de 0.20 m de espesor, sobre la cual lleva una carpeta asfáltica en frío de 2" de espesor.

El trabajo igualmente incluyó el mejoramiento de los accesos. Ahí la superficie de rodadura es asfalto en frío ($e=0.05$ m), el acceso derecho tiene una longitud de 182.53 m, mientras que el izquierdo alcanza los 130.47 m. El ancho de calzada es de 6 m en zona en tangente y el ancho de bermas de 0.75 m a cada lado



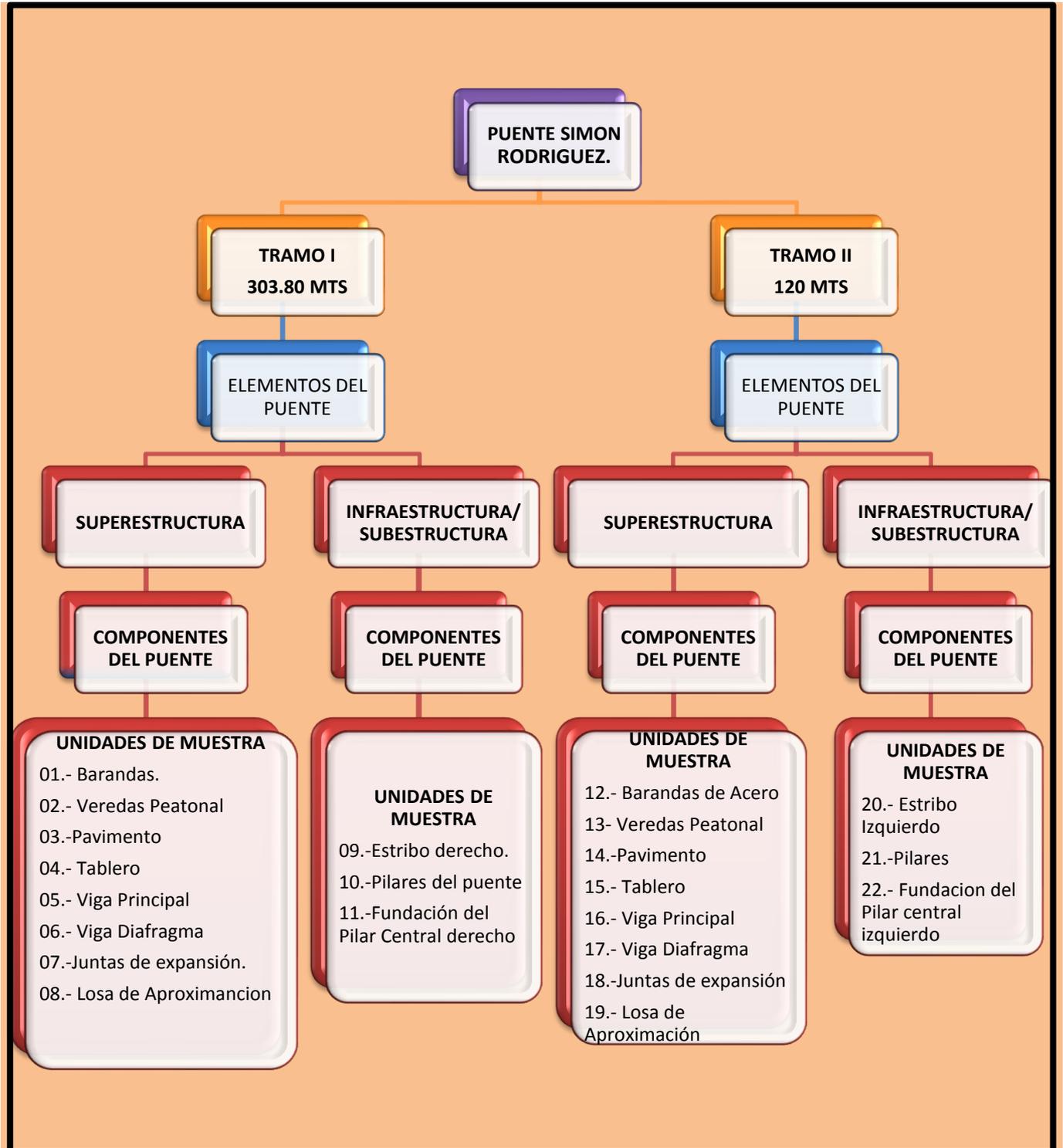
Figura 125. Estructuras del nuevo tramo del puente Simón Rodríguez

Fuente: Construcción & vivienda comunicadores ⁽¹⁾

Muestreo.

Se seleccionó en función a los tramos, elementos y componentes del puente, agrupándose de la siguiente manera:

Tabla N° 07 Distribución de muestras a evaluar



FUENTE: Elaboración Propia (2018)

3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.3.1. Técnicas

Las principales técnicas que se utilizará en la investigación son:

- Datos de campo.
- Tipos de Patologías.
- Análisis de resultados de técnicas de investigación de campo.
- Análisis de requisitos de los materiales.

3.3.2 Instrumentos

Se utilizar a la Evaluación Visual y toma de datos a través de ficha técnica (Anexo 1) como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo.

- Estadística.
- Fotos de campo.
- Cuadros de resultados.

La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

Equipo (Apoyo)

- Winchas para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y cinta métrica para establecer las profundidades de los agrietamientos, deterioros, etc. De los elementos de las estructuras de los puentes.
- Cámara Digital, para las evidencias patológicas de las estructuras y posterior formulación del inventario de inspección de puentes.
- GPS portátil.
- Manual de Inspección de Puentes-2006; con formularios correspondientes a la evaluación de los puentes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Cuaderno de campo, lapicero, lápiz, regla de dibujo para bosquejos, etc.
- Equipos de protección individual (EPPs); casco, zapatos de seguridad,
- chalecos salvavidas, lentes, guantes y conos de seguridad etc.

3.4. Plan de análisis del proyecto

El plan de análisis adoptado, estará comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que está en estudio. Según los diferentes ejes y tramos proyectados en los planos para mejor evaluación.
- Evaluando de manera general, tanto la parte interna como la parte externa de toda la infraestructura, podremos determinar los diferentes tipos de patologías que existen y según ello realizar los cuadros de evaluación.
- Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de tipos de patologías.
- Cuadros de ámbito de la investigación.

3.5 Matriz de consistencia

Caracterización del problema	Objetivos de la Investigación	Variables	Metodología
<p style="text-align: center;">Enunciado del Problema</p> <p>¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente?</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>1. Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez del distrito Amotape, provincia de Paita, región Piura.</p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <p>a). Identificar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez del distrito Amotape, provincia de Paita, Departamento de Piura.</p> <p>b). Analizar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez del distrito Amotape, provincia de Paita, región Piura .</p> <p>c). Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez del distrito Amotape, provincia de Paita, Departamento de Piura .</p>	<p>Variable Dependiente: Evaluación y Determinación de las Patologías del concreto</p> <p>Variable Independiente Elementos Estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez</p>	<p style="text-align: center;"><u>Tipo de Investigación</u></p> <p>Descriptivo, cualitativo, no experimental y de corte transversal en Abril de 2018.</p> <p style="text-align: center;"><u>Nivel de la Investigación</u></p> <p>Descriptivo M-→O-→A-→E-→R M: Muestra O: observación A: análisis E: Evaluación R: Resultados.</p> <p><u>Población y Muestra</u></p> <p>Población: estuvo compuesta por la estructura del Puente Vehicular Simón Rodríguez.</p> <p>Muestra: estuvo compuesta por todos los componentes de los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez.</p> <p style="text-align: center;"><u>Técnicas e Instrumentos</u></p> <p>Técnica: La observación Instrumento: Ficha de evaluación</p> <p>Plan de Análisis Recopilación de datos, analizar según su tipo, se evalúa en forma general, tipos de patologías y finalmente el resultado.</p>

3.6. Principios éticos del proyecto

Ética para el inicio de la evaluación:

- Realizar de manera responsable y ordenada los materiales que emplearemos para nuestra evaluación visual en campo antes de acudir a ella.
- Pedir los permisos correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación.

Ética en la recolección de datos:

- Tener responsabilidad y ser veraces cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación.
- De esa forma los análisis serán veraces y así se obtendrán resultados conforme lo estudiado, recopilado y evaluado.

Ética para la solución de análisis:

- Tener en conocimiento los daños por las cuales haya sido afectados los elementos estudiados propios del proyecto.
- Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta al área afectada, la cual podría posteriormente ser considerada para la rehabilitación.

Ética en la solución de resultados:

- Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de áreas obtenidas y los tipos de daños que la afectan.
- Verificar a criterio si los cálculos de las evaluaciones concuerdan con lo encontrado en la zona de estudio basados a la realidad de la misma

IV RESULTADOS

4.1. Resultados.

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región Piura, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva, y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados.

Cabe indicar que en este capítulo se incluyen los resultados por cada unidad de Muestra evaluada en función:

- ✓ Tipos de patologías presentes en cada una de las unidades de muestra.
- ✓ El nivel de severidad de las patologías en cada componente de los elementos estructurales del puente en estudio.
- ✓ El porcentaje total de área afectada en cada unidad de muestra, para establecer el grado de afectación.

Así mismo se señala que la evaluación de las patologías del puente Simón Rodríguez, se realizará siguiendo el orden de la tabla 07 se analizará con un método científico inductivo ya que se evaluará primero los componentes, para llegar a la conclusión de los elementos, luego de estas se hará una conclusión en los tramos, para después realizar la conclusión final del puente.

La orientación de donde se observará el puente, será de aguas abajo como se muestra en la figura N° 126.



Figura 126. Tramos del puente a evaluar
Fuentes: Imágenes de Internet

Entre las patologías evaluadas en el **TRAMO I** que comprende el puente antiguo de 303.80 mts que se terminó de construir en 1987 y los elementos estructurales a evaluar son como sigue:

Superestructura:

01. Patología en las barandas
- 02 Patología en vereda peatonal.
- 03 Patología en el pavimento.
- 04 Patología en el tablero.
- 05 Patología en las vigas principales
- 06 Patología en diafragmas.
- 07 Patología en la junta de expansión
08. Patología en la losa de aproximación.

Subestructura:

- 09 Patología en apoyos.
10. Patología en estribo derecho
- 11 Patología en pilares .
12. Patología en fundación del Pilar Central derecho

Para la evaluación de las patologías en los diferentes componentes de los elementos del puente Simón Rodríguez, se utilizó una ficha de inspección de las patologías para saber el nivel de severidad y asignar un tipo de calificación se utilizó el formato del guía del MTC.

En ello se puede observar la calificación y la condición, el MTC -2008 califica el nivel de severidad de 0,1 ,2, 3, 4, a 5 y las condiciones es de Excelente, buena, regular, Preocupante, Mala, y pésima respectivamente, tal como se observa en la tabla 08.

CALIFICACION	CONDICION O ESTADO	% DE AFECTACIÓN - ÁREA TOTAL DEL ELEMENTO	DESCRIPCION DE LA CONDICION
0	EXCELENTE	0 > Nivel 0 (Excelente) =< 5%	El puente (pontón) no tiene problemas, No hay necesidad de reparaciones.
1	BUENA	5% > Nivel 1 (Bueno) =< 10 %	El puente (pontón) solo muestra un deterioro mínimo, no hay necesidad de reparaciones pero ciertas actividades de mantenimiento pueden ser necesarias.
2	REGULAR	10% > Nivel 2 (Regular) =< 30%	Existe deterioro, desprendimientos, socavación pero no afectan la capacidad portante y/o de servicios. Hay necesidad de reparaciones menores.
3	PREOCUPANTE	30% > Nivel 3 (Preocupante) =< 50%	Existe pérdida de sección, deterioro, desprendimiento o socavación que afecta seriamente las componentes principales de la Estructura. Pueden existir rajaduras por falta del acero o por cortante / flexión en el concreto. La capacidad portante y/o de servicio puede estar afectado. Hay necesidad de reparaciones mayores.
4	MALA	50% > Nivel 4 (Mala) =< 80%	Necesita repararse pero se puede mantener abierto a trafico restringido. El deterioro de elementos principales afecta la capacidad portante y/o de servicio. Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. Grietas de fatiga en acero o grietas de corte de concreto
5	PESIMA	80% > Nivel 4 (Pésima) =< 100%	La capacidad portante y/o de servicio está afectada en forma de presentar un peligro inminente. Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. El puente (pontón) debe cerrarse al tráfico.

Tabla N° 08. Niveles de Severidad
Fuente: Elaboración Propia 2018

4.1.1 Unidad de Muestra 01

Muestra 01- La unidad de la Muestra 01, se refiere a Barandas del puente, que han sido construidas de concreto armado, para su evaluación se consideró tanto de lado derecho como izquierdo del tramo I.

Tabla N° 09 Evaluación de la unidad de Muestra 01

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA							
ABRIL – 2018.							
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	01
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO		
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80		
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	303.8		
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	01	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987		
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	IZQUIERDO - DERECHO	COTA:	0-303.8		
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	CALIFICACIÓN				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN	EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE :	4		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PESIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES En el tramo I que se ha evaluado se puede observar las barandas de concreto armado, las patologías mencionadas en el cuadro, su incidencia es regular.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: BARANDAS				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	BARANDAS	100.80	Desprendimientos	4.35	72.64	4.32%	72.06%
			Impactos	7.56		7.50%	
			Fisuras	7.80		7.74%	
			Corrosión de concreto	2.85		2.83%	
			Eflorescencia	5.60		5.56%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				28.16	72.64	27.94%	72.06%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

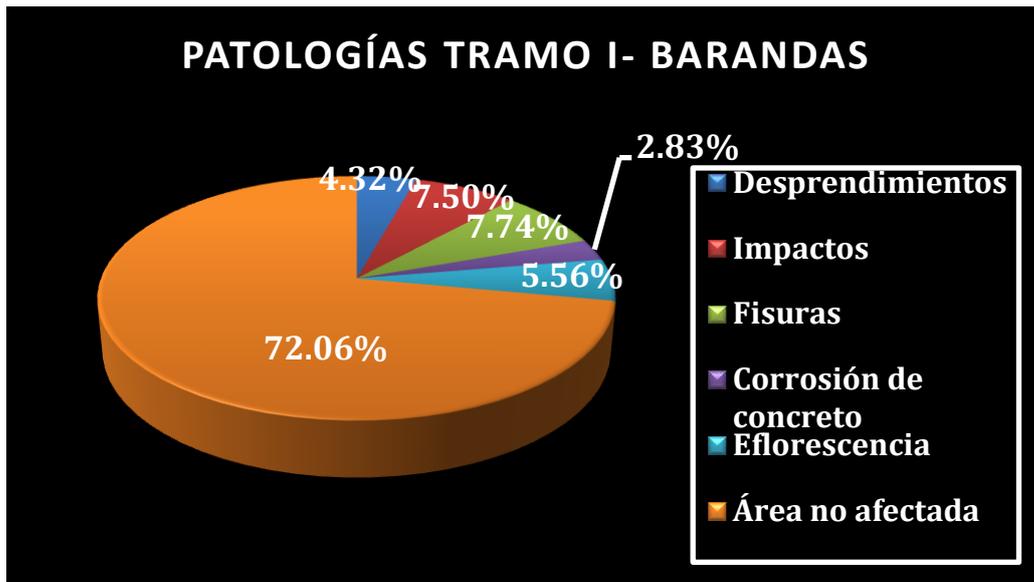


Figura 127. Tipos de Patologías existentes en la baranda (Tramo 01)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 01 son: Desprendimientos, impactos, fisuras, corrosión de concreto, eflorescencia. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia es el Fisuras**, en un 7.74 % y la de **menor incidencia es corrosión de concreto** en un 2.83%, tal como se puede apreciar en la figura 127.

La Muestra 01, está conformada por las Barandas del puente Simón Rodríguez del tramo I, tanto del lado derecho e izquierdo haciendo un total de 100.80 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 09, comprende un área total de 28.16 m², que corresponde al 27.94% y el área no afectada comprende un área total de 72.64 m², por consiguiente un 72.06 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de las Barandas del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 09.

4.1.2 Unidad de Muestra 02.

Muestra 02 .La unidad de la Muestra 02, se refiere a veredas peatonales del puente, que han sido construidas de concreto armado, para su evaluación se consideró tanto de lado derecho como izquierdo del tramo I.

Tabla N° 10 Evaluación de la unidad de Muestra 02

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL – 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	02
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO		
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80		
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	303.8		
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	01	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987		
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	IZQUIERDO - DERECHO	COTA	0-303.80		
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	CALIFICACIÓN				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN	EXCELENTE : 0	PREOCCUPANTE :	3		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PÉSIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES En el tramo I que se ha evaluado se puede observar las veredas de concreto armado, las patologías mas frecuentes son las fisuras que ha sufrido el concreto armado por los vehículos pesados que transitan por la zona.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: VEREDAS PEATONALES				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	VEREDAS PEATONALES	425.00	Desprendimiento	15.00	370.14	3.53%	87.09%
			Fisuras	25.70		6.05%	
			Eflorescencia	3.80		0.89%	
			Impactos	2.76		0.65%	
			Erosión por abrasión	7.60		1.79%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				54.86	370.14	12.91%	87.09%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

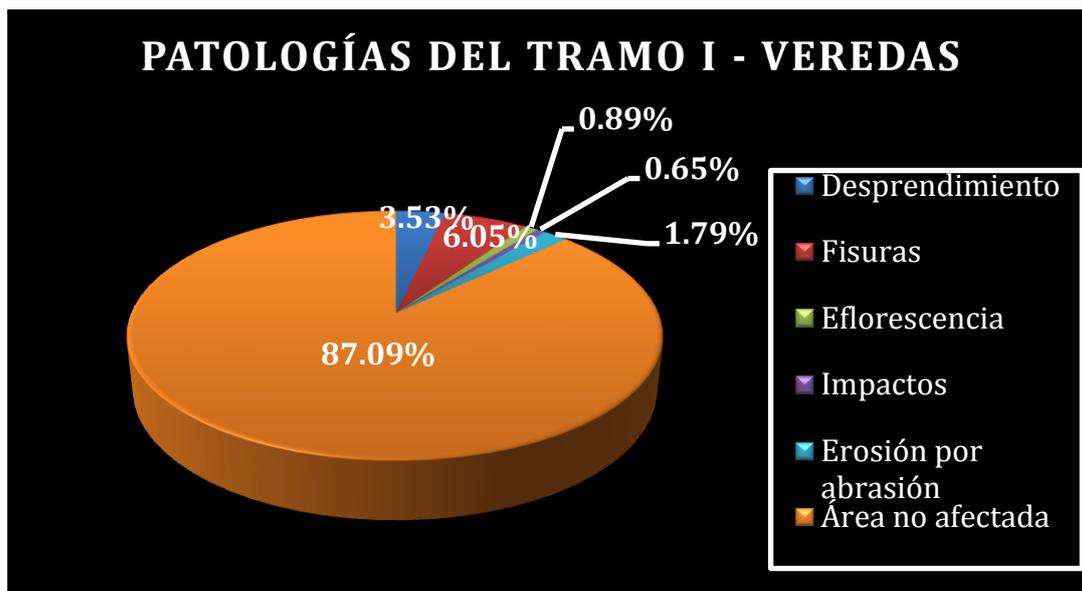


Figura 128. Tipos de Patologías existentes en la Veredas (Tramo 01-A)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 02-A son: Desprendimientos fisuras, eflorescencia, Impactos, Erosión por abrasión. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son las fisuras**, en un 6.05 % y la de **menor incidencia es por Impacto** en un 0.65 %, tal como se puede apreciar en la figura 128.

La Muestra 02, está conformada por las veredas peatonales del puente Simón Rodríguez del tramo I, tanto del lado derecho e izquierdo haciendo un total de 425 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 10, comprende un área total de 54.86 m², que corresponde al 12.91 % y el área no afectada comprende un área total de 370.24 m², por consiguiente un 87.09 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de las veredas peatonales del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 10.

4.1.3. Unidad de Muestra 03.

Muestra 03, se refiere al Pavimento del puente, que de pavimento flexible y lo soporta el tablero que es de concreto armado, para su evaluación se consideró toda la losa que está al contacto con las ruedas de los vehículos del tramo I.

Tabla N° 11 Evaluación de la unidad de Muestra 03

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMO TAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA: 10/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA: 03	
LOCALIDAD:	AMO TAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMO TAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	303.80	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA:	0-303.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	CALIFICACIÓN				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN	EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE :	3		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PÉSIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES En el tramo I que se ha evaluado se puede observar que el pavimento sufre de desgastes por las fricciones de los vehículos y, otros patologías a considerarse			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: PAVIMENTO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	PAVIMENTO	2126.60	Desgaste superficial	125.00	1612.72	5.88%	75.84%
			Fisuras	250.00		11.76%	
			Desprendimiento de la capa de asfalto	45.80		2.15%	
			Pulimento de agregados	64.78		3.05%	
			Desintegración de la capa de asfalto	28.30		1.33%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				513.88	1612.72	24.16%	75.84%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

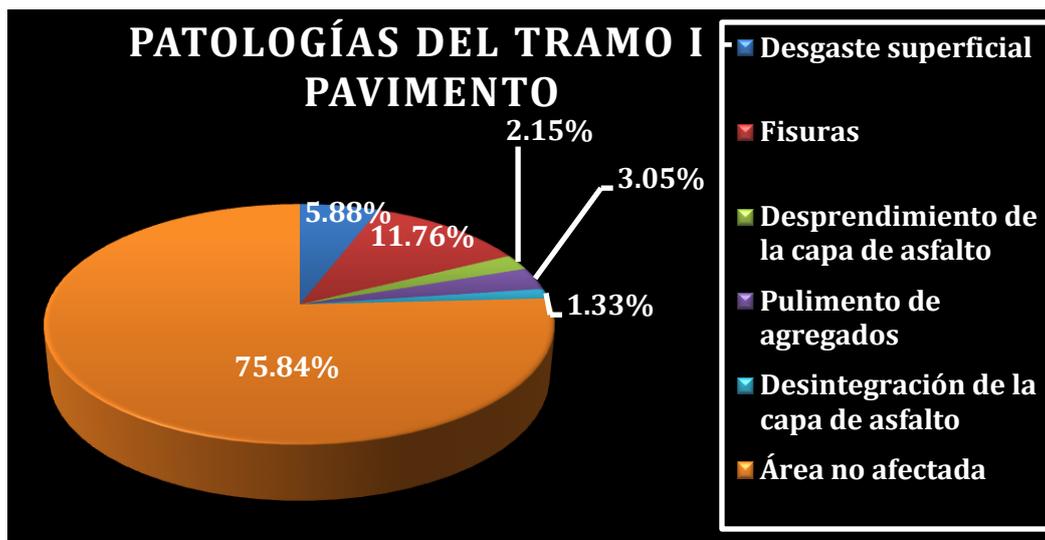


Figura 129. Tipos de Patologías existentes en Pavimentos (Tramo I)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 03 son: Desgaste superficial, Fisuras, Desprendimiento de la capa de asfalto, Pulimento de agregados, Desintegración de la capa de asfalto. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son las Fisuras**, en un 11.76 % y **la de menor incidencia es por Desintegración de la capa de asfalto** en un 1.33 %, tal como se puede apreciar en la figura 129.

La Muestra 03, está conformada por el pavimento del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 2126.60 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 11, comprende un área total de 513.88 m², que corresponde al 24.16% y el área no afectada comprende un área total de 1612.72 m², por consiguiente un 75.84 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra del Pavimento del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 11.

4.1.4 Unidad de Muestra 04.

Muestra 03, La unidad de la Muestra 04, se refiere al Tablero del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se consideró al tablero como la base del pavimento o encofrado del tramo I.

Tabla N° 12 Evaluación de la unidad de Muestra 04

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMO TAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	04
LOCALIDAD:	AMO TAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMO TAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA:	0-323.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICRO ORGANISMO			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
						OBSERVACIONES: consideramos el tablero del puente como la base de encofrado de la losa, quien para efectos de evaluación de considerarse de esta manera, donde sufre patologías para tomar en cuenta.	
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPER ESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: TABLERO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	TABLERO	1598.23	Fisuras	10.50	1514.79	0.66%	94.78%
			Eflorescencia	58.30		3.65%	
			Filtración	12.34		0.77%	
			Desprendimientos	2.30		0.14%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				83.44	1514.79	5.22%	94.78%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				BUENO (1)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

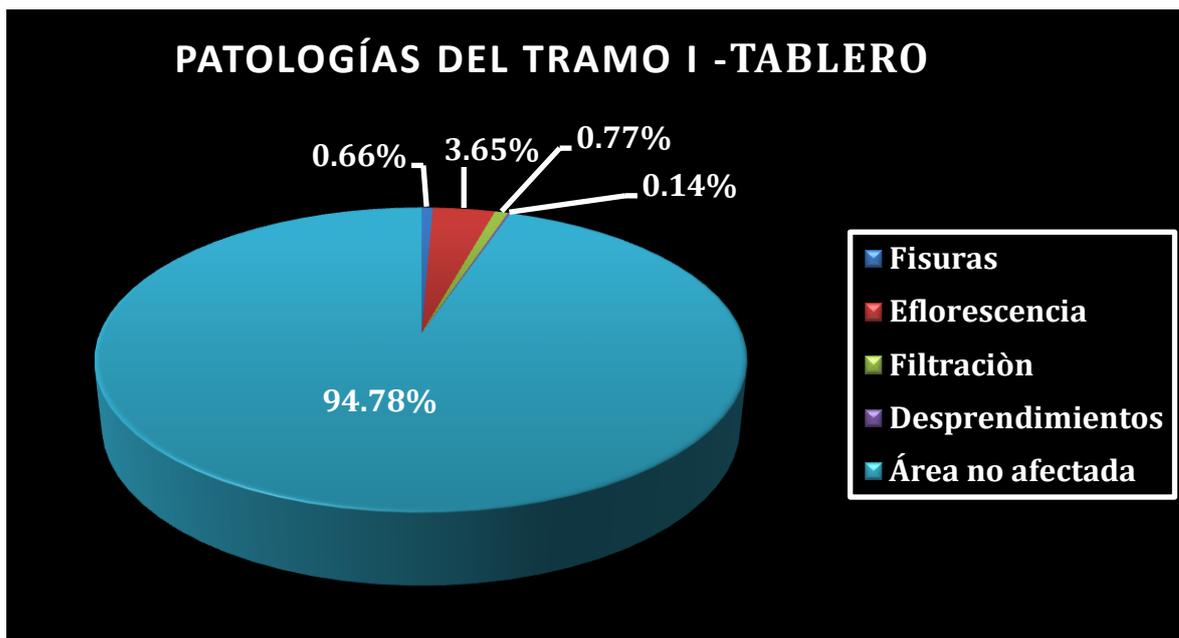


Figura 130. Tipos de Patologías existentes en Tablero (Tramo 01)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 4 son: Fisuras, Eflorescencia, Filtración, Desprendimientos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son eflorescencia** en un 3.65 % y **la de menor incidencia es por Desprendimientos** en un 0.14 %, tal como se puede apreciar en la figura 130.

La Muestra 04, está conformada por el Pavimento del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 1598.23 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 12, comprende un área total de 83.44 m², que corresponde al 5.22% y el área no afectada comprende un área total de 1514.79 m², por consiguiente un 94.73 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra del tablero del puente se puede resumir como Buena, y de calificación número 1, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 12

4.1.5. Unidad de Muestra 05.

Muestra 05: La unidad de la Muestra 05, se refiere a las vigas principales del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se consideró a las vigas principales el área sumatoria de las cuatro vigas extendidas de las mismas, del tramo I.

Tabla N° 13 Evaluación de la unidad de Muestra 05

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	05
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA:	0-323.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICROORGANISMO			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
							
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA						COMPONENTE DEL PUENTE: VIGAS PRINCIPALES	
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	VIGAS PRINCIPALES	1215.20	Fisuras	25.00	1140.10	2.06%	93.82%
			Eflorescencia	35.80		2.95%	
			Filtración	1.70		0.14%	
			Desprendimientos	12.60		1.04%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				75.10	1140.10	6.18%	93.82%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA						BUENA (1)	

Fuente: Elaboración Propia (2018)

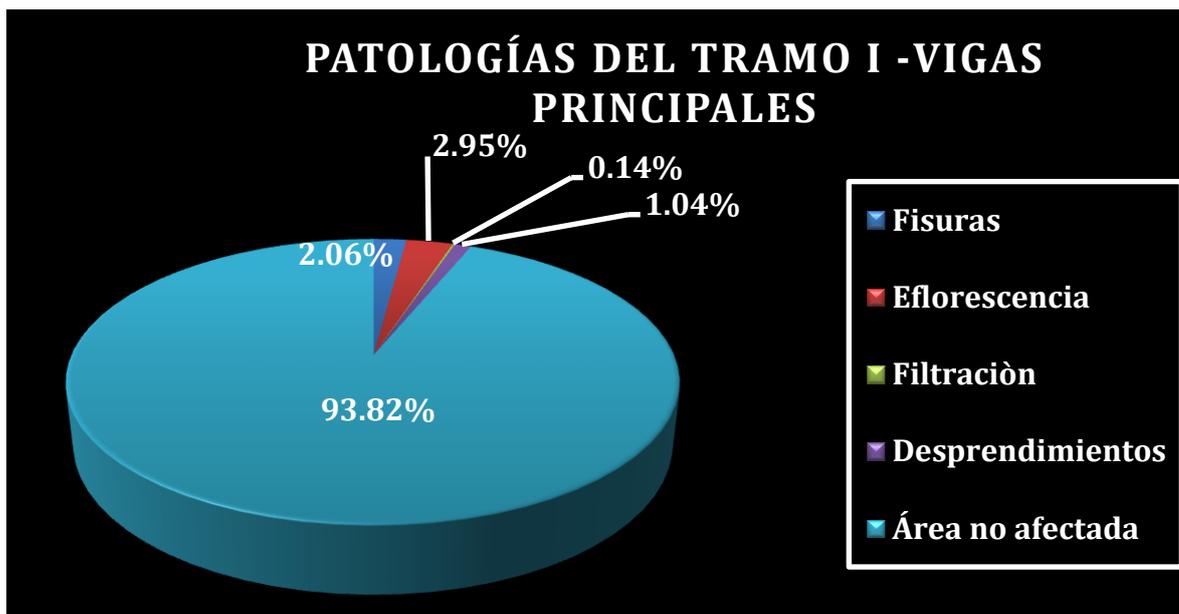


Figura 131. Tipos de Patologías existentes en Vigas Principales (Tramo I)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 5 son: Fisuras, Eflorescencia, Filtración, Desprendimientos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Eflorescencia** en un 2.95 % y **la de menor incidencia es por Filtración** en un 0.14 %, tal como se puede apreciar en la figura 131.

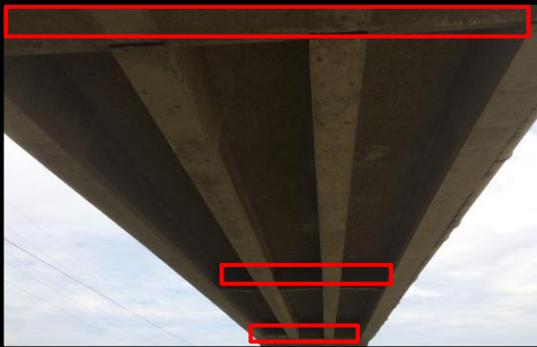
La Muestra 5, está conformada por las Vigas principales del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 1215.20 m², lo cual se considera como el 100%, de los cual es el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 13, comprende un área total de 75.10 m², que corresponde al 6.18% y el área no afectada comprende un área total de 1140.10 m², por consiguiente un 93.82 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de las Vigas principales del puente se puede resumir como Buena, y de calificación número 1, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 13

4.1.6 Unidad de Muestra 06.

Muestra 06: La unidad de la Muestra 06, se refiere a las Vigas diafragma del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se consideró la sumatoria de áreas visibles de las vigas diafragma, del tramo I.

Tabla N° 14 Evaluación de la unidad de Muestra 06

		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARÍNAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	06
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA:	0-323.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN				CALIFICACIÓN	
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICROORGANISMO				EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN				BUENA : 1	MALA : 4
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS				REGULAR : 2	PÉSIMA : 5
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES : La evaluación de las vigas diafragma, han de igual manera que las vigas principales se ha tomado toda las áreas visibles del tramo I, las cuales tienen algunas patologías a tomarse en cuenta.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: VIGAS DIAFRAGMA				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
01	VIGAS DIAFRAGMA	180.70	Fisuras	20.00	141.00	11.07%	78.03%
			Eflorescencia	15.80		8.74%	
			Filtración	2.40		1.33%	
			Desprendimientos	1.50		0.83%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				39.70	141.00	21.97%	78.03%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

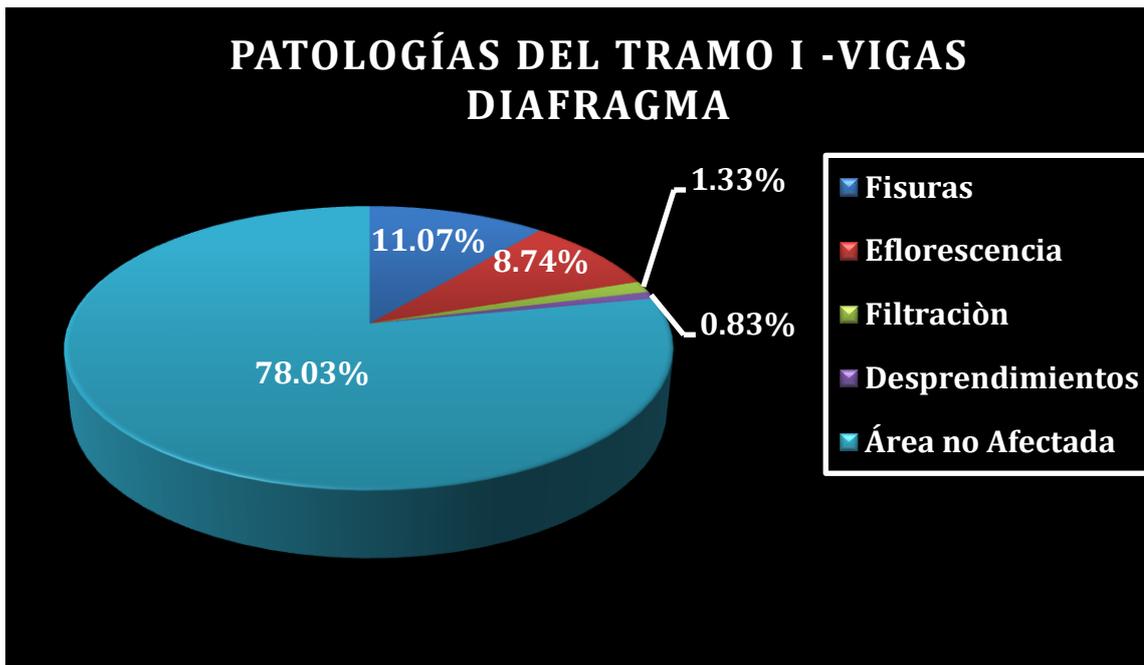


Figura 132. Tipos de Patologías existentes en Vigas Diafragma (Tramo 01)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 6 son: Fisuras, Eflorescencia, Filtración, Desprendimientos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Fisuras** en un 11.07 % y **la de menor incidencia es por Desprendimientos** en un 0.83%, tal como se puede apreciar en la figura 132.

La Muestra 6, está conformada por las Vigas Diafragmas del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 180.70 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 14 comprende un área total de 39.70 m², que corresponde al 21.97% y el área no afectada comprende un área total de 141.00 m², por consiguiente un 78.03 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de las Vigas Diafragma del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 14.

4.1.7 Unidad de Muestra 07.

Muestra 07: La unidad de la Muestra 07, se refiere a la Junta de expansión del puente, que es de placa de acero, para su evaluación se tomó en cuenta el lado superficial del tramo I

Tabla N° 15 Evaluación de la unidad de Muestra 07

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL – 2018.						
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	07	
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO		
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA	0-323.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN			
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICRO ORGANISMO			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4		
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5		
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)						
								
						OBSERVACIONES : La junta de expansión en el presente puente se encuentra en estado de deterioro debido a muchos factores las placas de acero no se encuentran y la evaluaremos de superficialmente,		
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: JUNTA DE EXPANSIÓN					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS		
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA	
01	JUNTAS EXPANSIÓN	15.26	Fisuras	2.50	7.80	16.38%	51.11%	
			Filtración	0.56		3.67%		
			corrosión por picaduras	1.85		12.12%		
			Desprendimientos	1.30		8.52%		
			Corrosión Superficial	1.25		8.19%		
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA	
				7.46	7.80	48.89%	51.11%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA						PREOCUPANTE (3)		

Fuente: Elaboración Propia (2018)

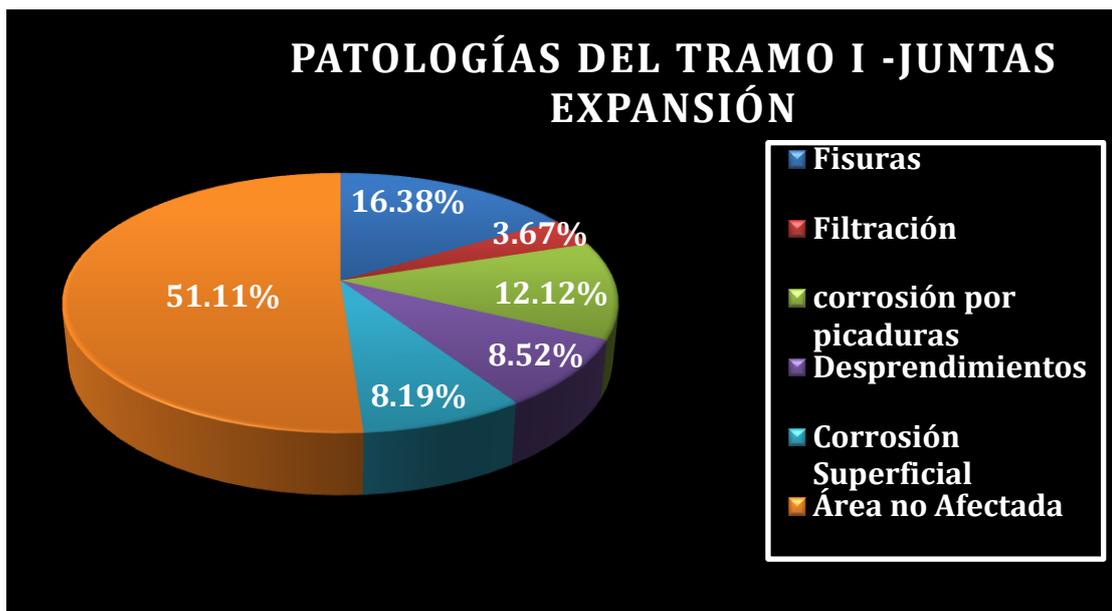


Figura 133. Tipos de Patologías existentes en Juntas de Expansión (Tramo 01)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 7 son: Fisuras, Filtración, Corrosión por picaduras, Desprendimientos, Corrosión Superficial,. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Fisuras** en un 16.38 % y la de **menor incidencia es por Filtración** en un 3.67 %, tal como se puede apreciar en la figura 133.

La Muestra 7, está conformada por las Juntas de Expansión del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 15.26 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 15 comprende un área total de 7.46 m², que corresponde al 48.89 % y el área no afectada comprende un área total de 7.80 m², por consiguiente un 51.11 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de las Juntas de Expansión del puente se puede resumir como Preocupante, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 15

4.1.8 Unidad de Muestra 08.

Muestra 08: La unidad de la Muestra 08, se refiere a la losa de aproximación del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se tomó en cuenta lo superficial del tramo I

Tabla N° 16 Evaluación de la unidad de Muestra 08

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	08
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA:	0-323.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : PULIMIENTO DE AGREGADOS	EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3			
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PÉSIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES: El losa de concreto ha sido fracturado por la excesiva carga y la filtración de agua en su base, el pavimento no ha sido diseñado para cargas pesadas, no posee estructuras de acero.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: LOSA DE APROXIMACIÓN				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	LOSA DE APROXIMACIÓN	18.18	Fisuras	5.50	8.62	30.25%	47.41%
			Pulimiento de agregados	3.50		19.25%	
			Filtración	0.56		3.08%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				9.56	8.62	52.59%	47.41%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				PREOCUPANTE (3)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

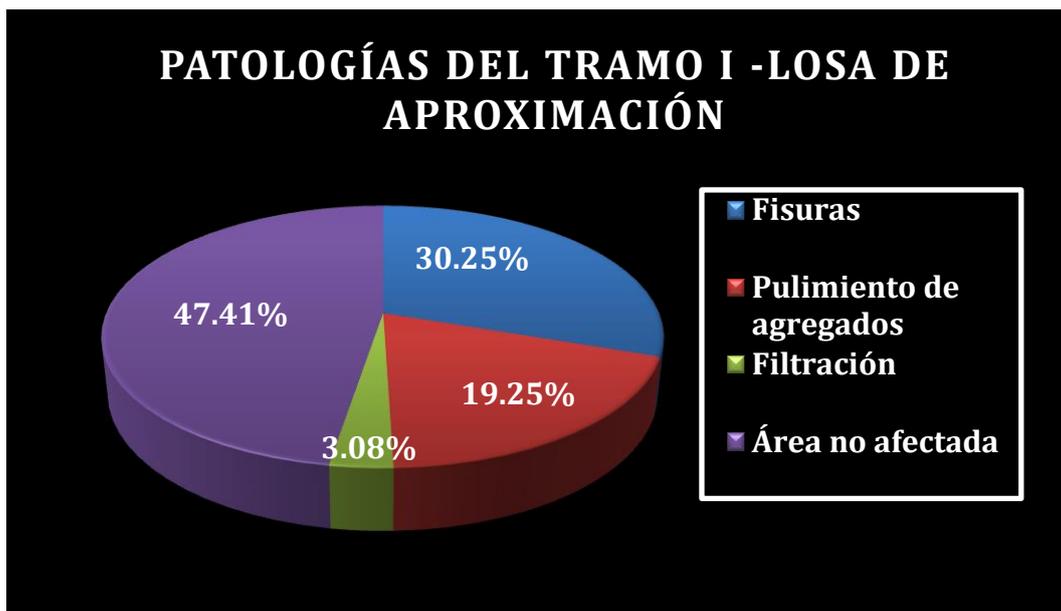


Figura 134. Tipos de Patologías existentes en Losa de Aproximación (Tramo 01)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 8 son: Fisuras, Pulimiento de agregados, Filtración. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Fisuras** en un 30.25 % y **la de menor incidencia es por Filtración** en un 3.08%, tal como se puede apreciar en la figura 134.

La Muestra 8, está conformada por la Losa de Aproximación del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 18.18 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 16 comprende un área total de 9.56 m², que corresponde al 52.59% y el área no afectada comprende un área total de 8.62 m², por consiguiente un 47.41 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de las Juntas de Expansión del puente se puede resumir como Preocupante, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 16

4.1.9 Unidad de Muestra 9.

Muestra 09 La unidad de la Muestra 09, se refiere al Estribo derecho del puente, que es de concreto Armado, para su evaluación se tomó en cuenta el total del área visible del tramo I.

Tabla N° 17 Evaluación de la unidad de Muestra 09

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL – 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	09
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA	0-323.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
						OBSERVACIONES :: La evaluación del estribo derecho incluye el alero en el primer tramo, el cual es saber el área total visible donde nos dará la severidad, se tomaron en cuenta todas las posibles patologías.	
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: ESTRIBO DERECHO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	ESTRIBO DERECHO	58.16	Fisuras	4.70	43.16	8.08%	74.21%
			Filtración	8.70		14.96%	
			Lixiviación	1.60		2.75%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				15.00	43.16	25.79%	74.21%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

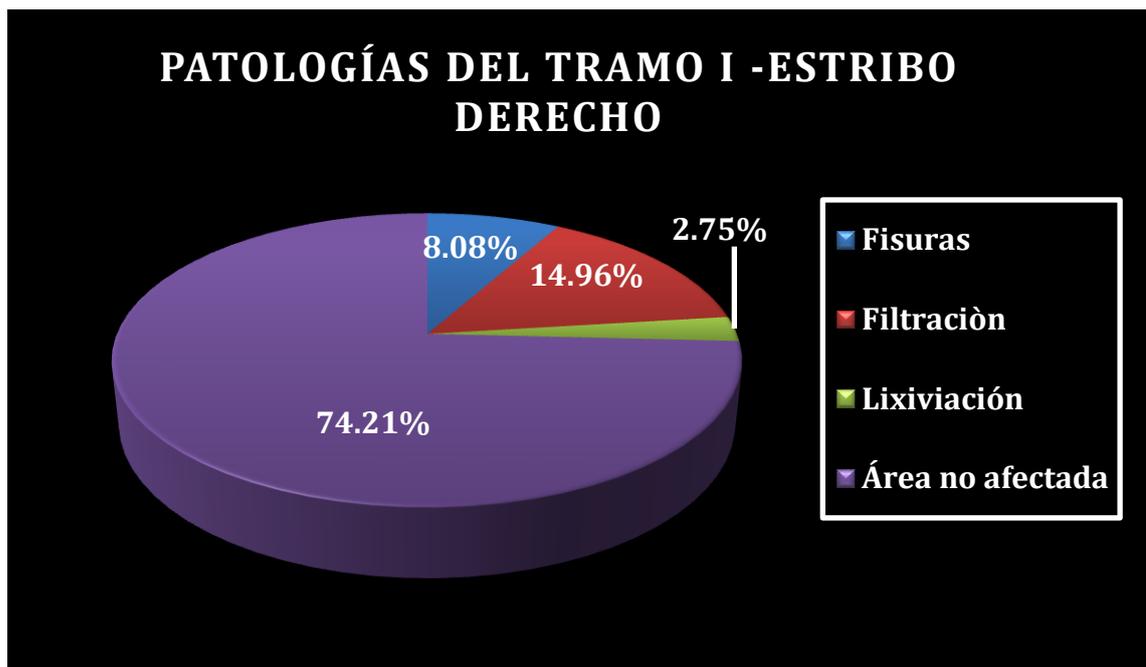


Figura 135. Tipos de Patologías existentes en Estribo Derecho (Tramo 01)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 9 son: Fisuras, Filtración, Lixiviación,. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Filtración** en un 14.96 % y **la de menor incidencia es por Lixiviación** en un 2.75 %, tal como se puede apreciar en la figura 135.

La Muestra 09, está conformada por el Estribo derecho del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 58.16 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 17 comprende un área total de 15 m², que corresponde al 25.79% y el área no afectada comprende un área total de 43.16 m², por consiguiente un 74.21 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra del Estribo derecho del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 17

4.1.10 Unidad de Muestra 10.

Muestra 10 La unidad de la Muestra 10, se refiere a los Pilares del puente, que es de concreto Armado, para su evaluación se tomó en cuenta el número de pilares que tiene el tramo I.

Tabla N° 18 Evaluación de la unidad de Muestra 10

		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS						
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMO TAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.						
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	10	
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO			
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80			
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	323.80			
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	01	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987			
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA	0-323.80			
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN					CALIFICACIÓN	
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN					EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN					BUENA : 1	MALA : 4
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS					REGULAR : 2	PÉSIMA : 5
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)						
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: PILARES					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS		
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA	
01	PILARES	114.56	Fisuras	0.46	104.05	0.40%	90.83%	
			Abrasión superficial	1.50		1.31%		
			Corrosión del concreto	1.35		1.18%		
			Desprendimientos	3.80		3.32%		
			Eflorescencia	3.40		2.97%		
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA	
				10.51	104.05	9.17%	90.83%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				BUENO (1)				

Fuente: Elaboración Propia (2018)

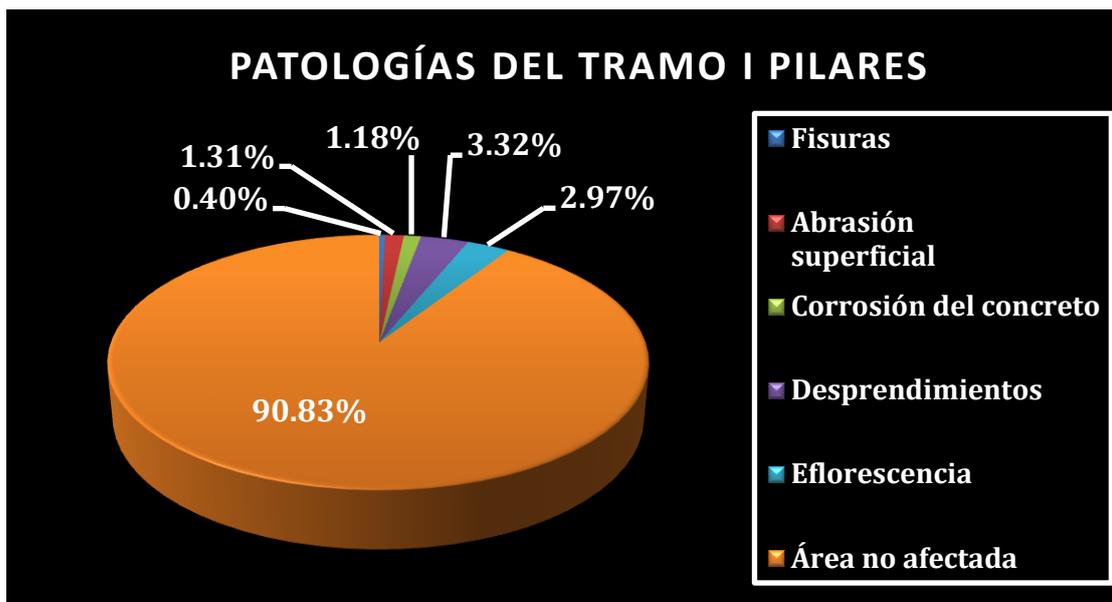


Figura 136. Tipos de Patologías existentes en los Pilares (Tramo 01)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 11 son: Fisuras, Abrasión Superficial, Corrosión del concreto Desprendimientos, Eflorescencia. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Desprendimientos** en un 3.32 % y **la de menor incidencia es por Fisuras** en un 0.40%, tal como se puede apreciar en la figura 136.

La Muestra 11, está conformada por los Pilares del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 114.56 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 18 comprende un área total de 10.51 m², que corresponde al 9.17% y el área no afectada comprende un área total de 104.05 m², por consiguiente un 90.83 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en los Pilares del puente se puede resumir como Buena, y de calificación número 1, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 18.

4.1.11 Unidad de Muestra 11.

Muestra 11 La unidad de la Muestra 11, se refiere a las Fundaciones de pilar Central del puente que es de concreto simple, en el tramo I.

Tabla N° 19 Evaluación de la unidad de Muestra 11

		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	12/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	11
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	323.80
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA:	0-323.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
						OBSERVACIONES: Las fundación o cimentación en el Pilar central, es de concreto simple y tiene unos a 2.5m de altura de zapata aprox. Las patologías son considerables, puesto que este componente están sometidos a elementos abrasivos durante todo el año.	
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: FUNDACIÓN DEL PILAR CENTRAL DERECHO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	FUNDACIÓN DEL PILAR CENTRAL DERECHO	32.76	Fisuras	5.60	16.96	17.09%	51.77%
			Grietas	5.73		17.49%	
			Corrosión del concreto	1.35		4.12%	
			Desprendimientos	0.45		1.37%	
			Eflorescencia	2.67		8.15%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				15.80	16.96	48.23%	51.77%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				PREOCUPANTE(3)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

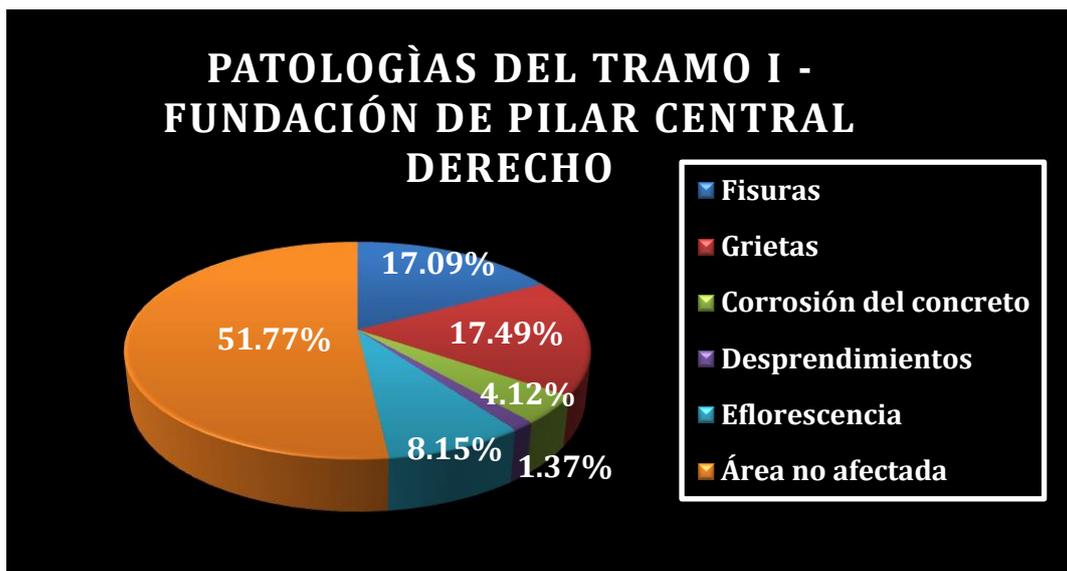


Figura 137. Tipos de Patologías existentes en Fundación del Pilar Central
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 11 son: Fisuras, Grietas, Corrosión del concreto Desprendimientos, Eflorescencia. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Grietas** en un 17.49 % y la de **menor incidencia es por Desprendimientos** en un 1.37%, tal como se puede apreciar en la figura 137.

La Muestra 11, está conformada por la Fundación del Pilar Central del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 32.76 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 19 comprende un área total de 15.80m², que corresponde al 48.23% y el área no afectada comprende un área total de 16.96 m², por consiguiente un 51.77 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en la Fundación del Pilar Central del puente se puede resumir como Preocupante, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 19.

Entre las patologías evaluadas en el **TRAMO II** que comprende el puente nuevo de 120 mts que se construyó en el año 2010 y los elementos estructurales a evaluar son como sigue:

Superestructura:

- 12 Barandas de Acero
- 13. Patología en vereda peatonal.
- 14 Patología en el pavimento.
- 15 Patología en el tablero.
- 16 Patología en las vigas principales.
- 17 Patología en diafragmas.
- 18 Patología en la junta de expansión.
- 19. Patología en la losa de aproximación.

Subestructura:

- 20 Patología en estribo Izquierdo
- 21. Patología en Pilares
- 22. Patología en fundación del Pilar Central Izquierdo.



Figura 138. Tramo II del puente Nuevo
Fuente: Imágenes de Internet.

4.1.12 Unidad de Muestra 12.

Muestra 12 La unidad de la Muestra 12, se refiere a Barandas del puente, que han sido construidas de Acero, para su evaluación se consideró tanto de lado derecho como izquierdo del tramo I

Tabla N° 20 Evaluación de la unidad de Muestra 12

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	12
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO		
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80		
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120		
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010		
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	IZQUIERDO - DERECHO	COTA	303.8-423.80		
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	OBSERVACIONES En el tramo I que se ha evaluado se puede observar las barandas de concreto armado, las patologías mencionadas en el cuadro, su incidencia es regular.				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN					
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN					
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS					
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE: BARANDAS DE ACERO					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
02	BARANDAS DE ACERO	74.75	Corrosión superficial	4.80	57.81	6.42%	77.34%
			corrosión por picaduras	8.54		11.42%	
			Soldadura defectuosa	3.60		4.82%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				16.94	57.81	22.66%	77.34%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

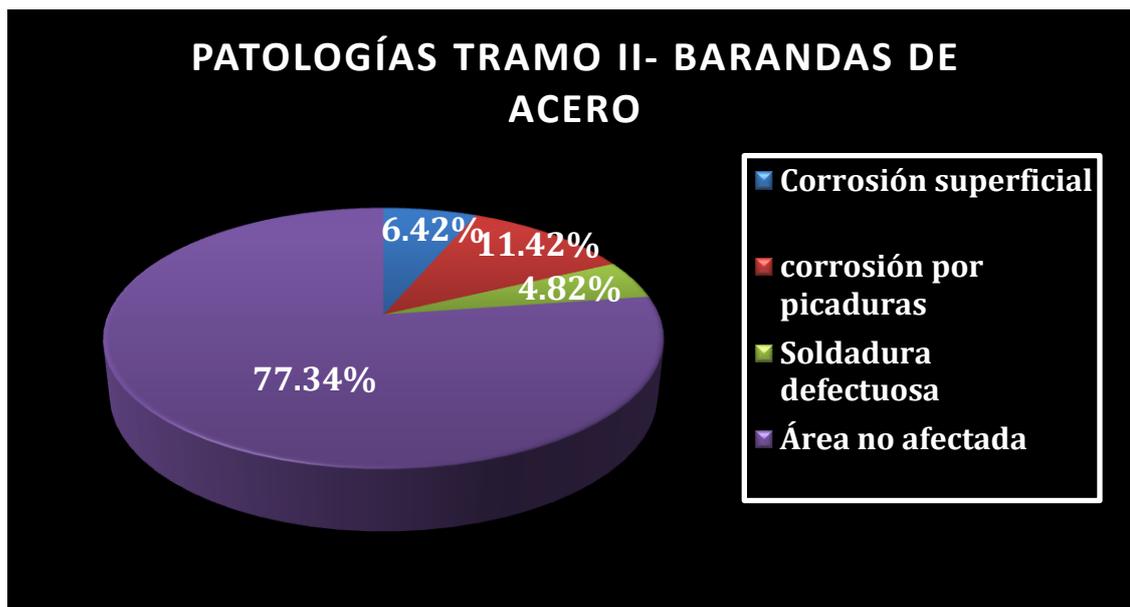


Figura 139. Tipos de Patologías existentes en Barandas de Acero (Tramo 02)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 12 son: Corrosión Superficial, corrosión por picaduras, Soldadura defectuosa. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Corrosión Superficial** en un 11.42 % y **la de menor incidencia es por Soldadura defectuosa** en un 4.82%, tal como se puede apreciar en la figura 139.

La Muestra 12, está conformada por las Barandas de Acero del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 74.75 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 20 comprende un área total de 16.94 m², que corresponde al 22.66% y el área no afectada comprende un área total de 57.81 m², por consiguiente un 77.34 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en las veredas peatonales del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 20.

4.1.13 Unidad de Muestra 13.

Muestra 13 La unidad de la Muestra 13, se refiere a las veredas peatonales del puente que es de concreto armado, en el tramo II se ha considerado el lado derecho e izquierdo.

Tabla N° 21 Evaluación de la unidad de Muestra 13

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS				FECHA:	20/04/2018		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA				UNIDAD DE MUESTRA	13		
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO		
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80		
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120		
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010		
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	IZQUIERDO - DERECHO	COTA:	303.80 - 423.80		
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE				GRADO DE SEVERIDAD			
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	CALIFICACIÓN				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN	EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3			
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PÉSIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES : las veredas peatonales del puente es de concreto armado, se observa patologías producidas por el rosamiento de los vehículos esta expuesta los aceros y otros daños más.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: VEREDAS PEATONALES				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
02	VEREDAS PEATONALES	162.00	Eflorescencia	0.45	152.89	0.28%	94.38%
			Fisuras	5.90		3.64%	
			Impactos	2.76		1.70%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				9.11	152.89	5.62%	94.38%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				BUENO(1)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)



Figura 140. Tipos de Patologías existentes en Veredas Peatonales (Tramo II)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 13 son: Fisuras, Grietas, Impactos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Fisuras** en un 3.64 % y **la de menor incidencia es por Grietas** en un 0.28%, tal como se puede apreciar en la figura 140.

La Muestra 13, está conformada por las veredas Peatonales del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 162 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 21 comprende un área total de 9.11m², que corresponde al 5.62% y el área no afectada comprende un área total de 152.89 m², por consiguiente un 94.38 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en las veredas peatonales del puente se puede resumir como Buena, y de calificación número 1, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 26.

4.1.14 Unidad de Muestra 14.

Muestra 14 La unidad de la Muestra 14, se refiere al pavimento del puente que es de pavimento flexible y soportado por el tablero de concreto armado, en el tramo II

Tabla N° 22 Evaluación de la unidad de Muestra 14

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMO TAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.						
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS							FECHA:	20/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							UNIDAD DE MUESTRA	14
LOCALIDAD:	AMO TAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMO TAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	120.00	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	02		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO		COTA:	303.80 -423.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE							GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN			
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4		
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5		
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)						
				OBSERVACIONES En el tramo II que se ha evaluado se puede observar que el pavimento sufre de desgastes por las fricciones de los vehículos y baches en la losa, y otras patologías a considerarse.				
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPER ESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: PAVIMENTO					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS		
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA	
02	PAVIMENTO	872.40	Desgaste superficial	5.80	610.71	0.66%	70.00%	
			Fisuras	179.50		20.58%		
			Desprendimiento de la capa de asfalto	35.00		4.01%		
			Pulimento de agregados	28.50		3.27%		
			Desintegración de la capa de asfalto	12.89		1.48%		
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA	
				261.69	610.71	30.00%	70.00%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)				

Fuente: Elaboración Propia (2018)

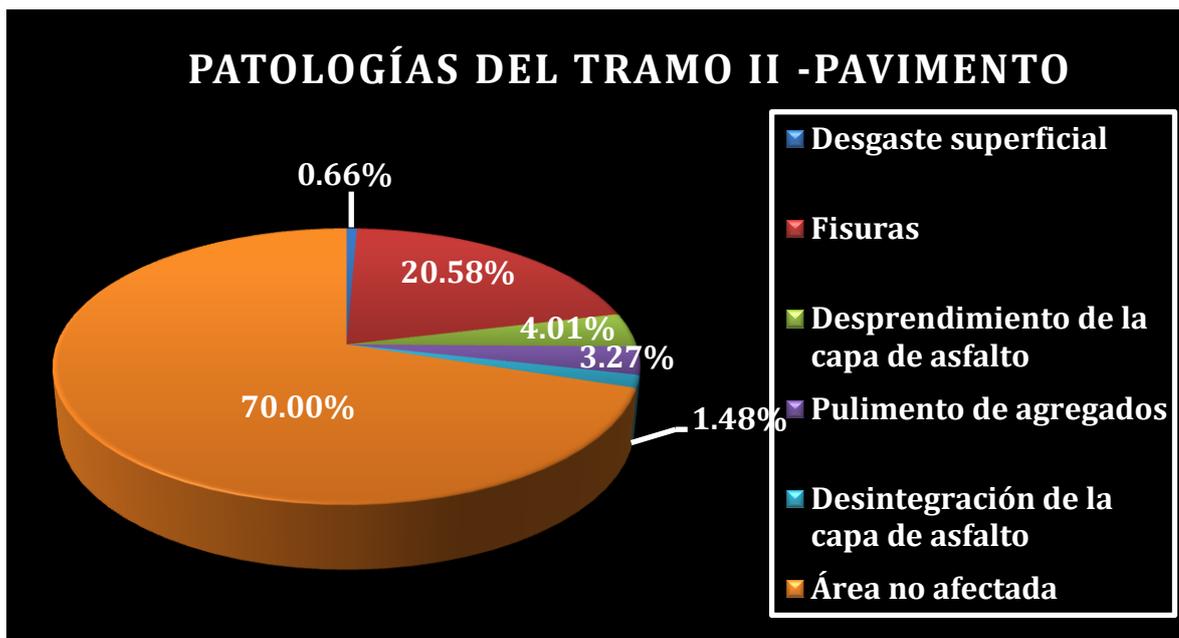


Figura 141. Tipos de Patologías existentes en el Pavimento (Tramo II)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 14 son: Desgaste superficial, Fisuras, Desprendimiento de la capa de asfalto, Pulimento de agregados, Desintegración de la capa de asfalto. De todos los tipos de patologías la **de mayor incidencia son las Fisuras**, en un 20.58 % y **la de menor incidencia es por Desintegración de la capa de asfalto** en un 0.66 %, tal como se puede apreciar en la figura 141.

La Muestra 14, está conformada por el pavimento del puente Simón Rodríguez del tramo I, haciendo un total de 872.40 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 22, comprende un área total de 261.69 m², que corresponde al 30.00% y el área no afectada comprende un área total de 600.71 m², por consiguiente un 70.00% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra del Pavimento del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 22.

4.1.15 Unidad de Muestra 15.

Muestra 15 La unidad de la Muestra 15, se refiere al Tablero del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se consideró al tablero como la base del pavimento o encofrado del tramo II

Tabla N° 23 Evaluación de la unidad de Muestra 15

		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMO TAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL – 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARÍÑAS						FECHA:	20/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	15
LOCALIDAD:	AMO TAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMP OSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMO TAPE		TIP O DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00	
DEPARTAMENT O	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN :	2010	
REGIÓN	PIURA		LADOS A EVALUAR :	CENTRO	COTA	303.80 -423.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	CALIFICACIÓN				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICRO ORGANISMO	EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE :	3		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PÉSIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN(HUM EDAD)					
				O B S E R V A C I O N E S : consideramos el tablero del puente como la base de encofrado de la losa, quien para efectos de evaluacion de considerarse de esta manera, donde sufre patologias para tomar en cuenta.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: TABLERO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	P ATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
02	TABLERO	631.20	Fisuras	5.30	571.34	0.84%	90.52%
			Eflorescencia	35.20		5.58%	
			Filtración	15.80		2.50%	
			Desprendimientos	3.56		0.56%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TO TAL ÁREA AFECTADA	% TO TAL ÁREA NO AFECTADA
				59.86	571.34	9.48%	90.52%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				BUENO(1)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

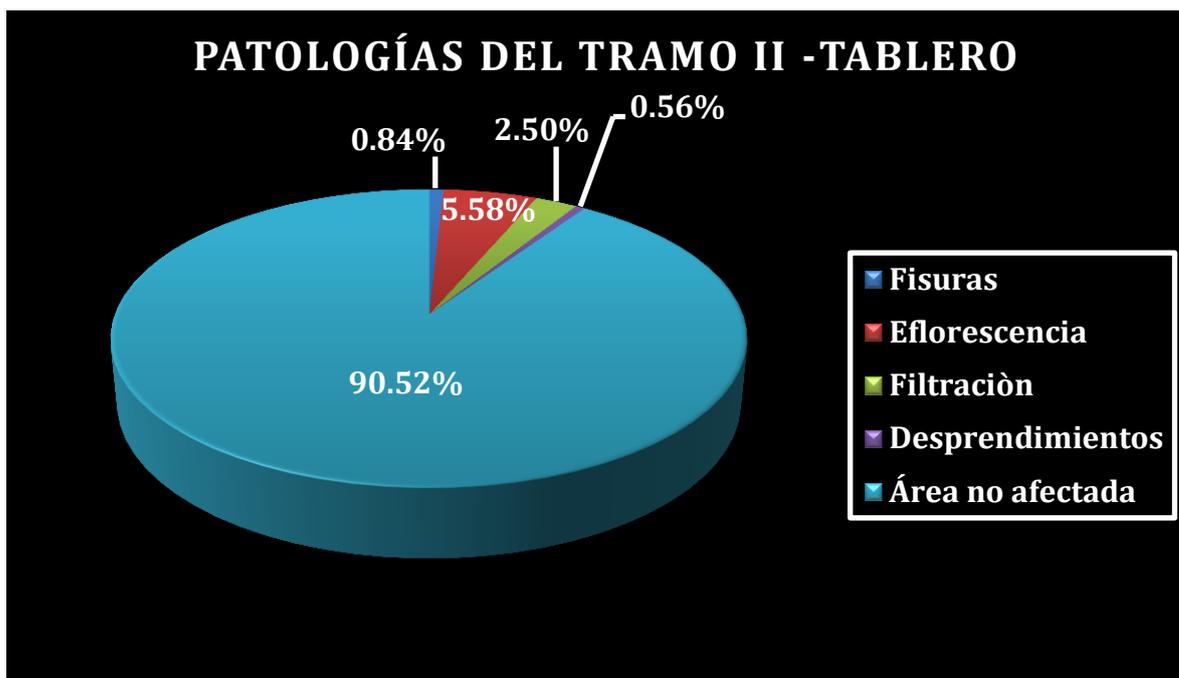


Figura 142. Tipos de Patologías existentes en Tablero (Tramo 02)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 15 son: Fisuras, Eflorescencia, filtración, Desprendimientos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Eflorescencia** en un 5.58 % y **la de menor incidencia es por Fisuras** en un 0.84%, tal como se puede apreciar en la figura 142.

La Muestra 15, está conformada por el Tablero del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 631.20 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 23 comprende un área total de 59.85 m², que corresponde al 9.48% y el área no afectada comprende un área total de 571.34 m², por consiguiente un 90.52% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en el Tablero del puente se puede resumir como Buena, y de calificación número 1, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 28.

4.1.16 Unidad de Muestra 16.

Muestra 16 La unidad de la Muestra 16, se refiere a las vigas principales del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se consideró a las vigas principales el área sumatoria de las cuatro vigas extendidas de las mismas, del tramo II.

Tabla N° 24 Evaluación de la unidad de Muestra 16

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS				FECHA:	20/04/2018		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA				UNIDAD DE MUESTRA	16		
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO		
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80		
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00		
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010		
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA:	303.80-423.80		
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE				GRADO DE SEVERIDAD			
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN	CALIFICACIÓN				
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICRO ORGANISMO	EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3			
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN	BUENA : 1	MALA : 4			
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS	REGULAR : 2	PÉSIMA : 5			
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES: Para la evaluación de las vigas principales del tramo II, se sacará todas las áreas expuestas de las cuatro vigas, donde presentan patologías que se deben tomar en cuenta en su evaluación.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPER ESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE: VIGAS PRINCIPALES					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
02	VIGAS PRINCIPALES	192.00	Fisuras	2.30	158.97	1.20%	82.80%
			Eflorescencia	28.50		14.84%	
			Filtración	1.70		0.89%	
			Desprendimientos	0.53		0.28%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				33.03	158.97	17.20%	82.80%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

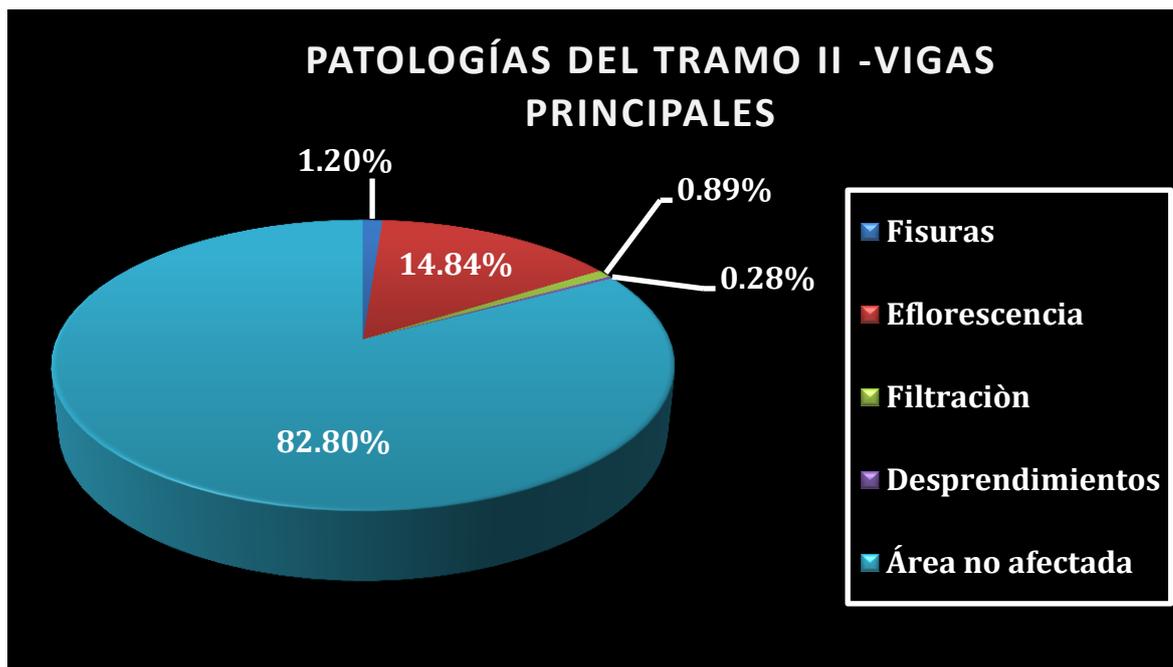


Figura 143. Tipos de Patologías existentes en Vigas Principales (Tramo 02)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 16 son: Fisuras, Eflorescencia, filtración, Desprendimientos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Eflorescencia** en un 14.84 % y **la de menor incidencia es por Desprendimientos** en un 0.28%, tal como se puede apreciar en la figura 143.

La Muestra 16, está conformada por las Vigas Principales del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 192 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 24 comprende un área total de 33.03 m², que corresponde al 17.20% y el área no afectada comprende un área total de 159.97 m², por consiguiente un 82.80% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en Vigas Principales del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 24.

4.1.17 Unidad de Muestra 17.

Muestra 17 La unidad de la Muestra 17, se refiere a las vigas diafragma del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se consideró la sumatoria de áreas visibles de las vigas diafragma, del tramo II.

Tabla N° 25 Evaluación de la unidad de Muestra 17

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA: 20/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA: 17	
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA:	303.80-423.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN				CALIFICACIÓN	
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICRO ORGANISMO				EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN				BUENA : 1	MALA : 4
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS				REGULAR : 2	PÉSIMA : 5
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA						COMPONENTE DEL PUENTE: VIGAS DIAFRAGMA	
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
02	VIGAS DIAFRAGMA	32.13	Fisuras	1.30	25.33	(%) ÁREA AFECTADA	78.84%
			Eflorescencia	2.50		4.05%	
			Filtración	1.75		7.78%	
			Desprendimientos	1.25		5.45%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				6.80	25.33	21.16%	78.84%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

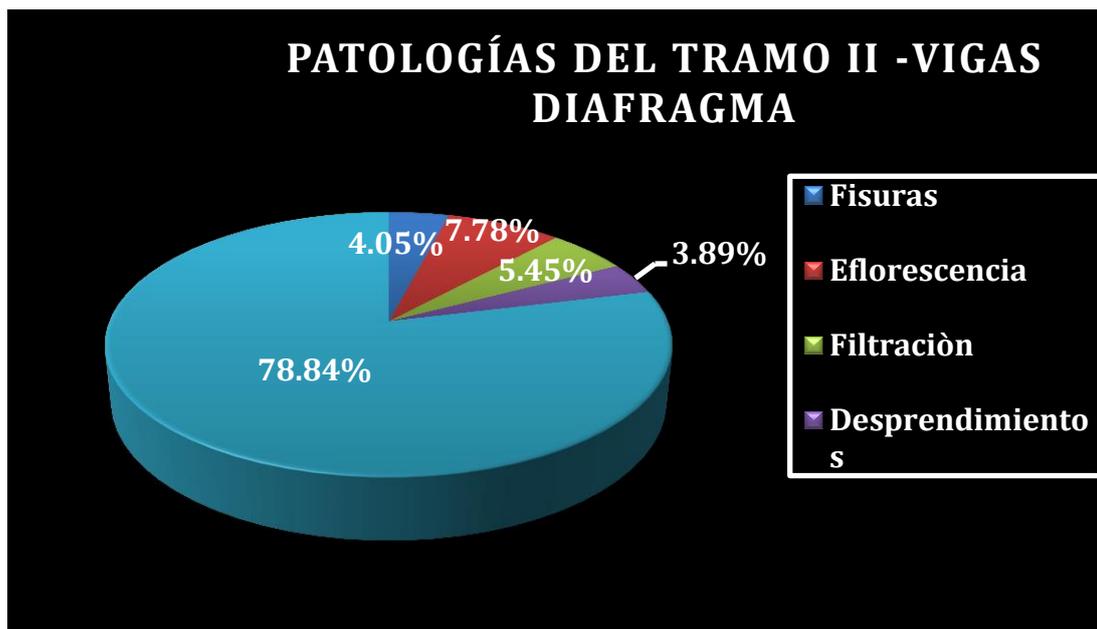


Figura 144. Tipos de Patologías existentes en Vigas Diafragmas (Tramo 02)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 17 son: Fisuras, Eflorescencia, filtración, Desprendimientos. De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Eflorescencia** en un 7.78 % y **la de menor incidencia es por Desprendimientos** en un 3.89%, tal como se puede apreciar en la figura 144.

La Muestra 16, está conformada por las Vigas Diafragmas del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 32.13 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 30 comprende un área total de 6.80 m², que corresponde al 21.16% y el área no afectada comprende un área total de 25.33 m², por consiguiente un 78.84% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra en las Vigas Diafragmas del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 30.

4.1.18 Unidad de Muestra 18.

Muestra 18 La unidad de la Muestra 18, se refiere a la Junta de expansión del puente, que es de placa de acero, para su evaluación se tomó en cuenta el lado superficial del tramo II

Tabla N° 26 Evaluación de la unidad de Muestra 18

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.						
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	20/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	18	
LOCALIDAD:	AMOTAPE	NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO			
DISTRITO:	AMOTAPE	TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80			
PROVINCIA:	PAITA	N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00			
DEPARTAMENTO:	PIURA	TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010			
REGIÓN:	PIURA	LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA	303.80-423.80			
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN					CALIFICACIÓN	
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : MICRO ORGANISMO					EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN					BUENA : 1	MALA : 4
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS					REGULAR : 2	PÉSIMA : 5
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)						
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: JUNTA DE EXPANSIÓN					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS		
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA	
02	JUNTAS DE EXPANSIÓN	7.63	Fisuras	1.10	4.00	14.42%	52.42%	
			Filtración	0.30		3.93%		
			corrosión por picaduras	0.85		11.14%		
			Desprendimientos	1.03		13.50%		
			Corrosión Superficial	0.35		4.59%		
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA	
				3.63	4.00	47.58%	52.42%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				PREOCUPANTE (3)				

Fuente: Elaboración Propia (2018)

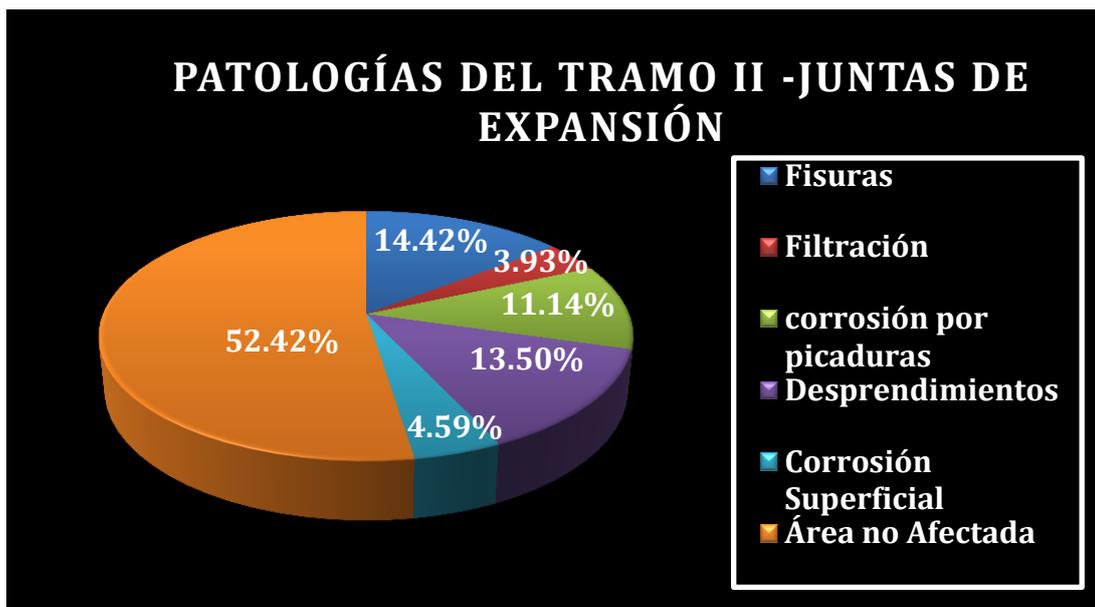


Figura 145. Tipos de Patologías existentes en Juntas de Expansión (Tramo 02)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 18 son: Fisuras, filtración, Corrosión por picaduras, Desprendimientos, Corrosión Superficial, De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Fisuras** en un 14.42 % y **la de menor incidencia es por Corrosión Superficial** en un 4.59%, tal como se puede apreciar en la figura 145.

La Muestra 18, está conformada por el Juntas de Expansión del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 7.63 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 31 comprende un área total de 3.63 m², que corresponde al 47.58% y el área no afectada comprende un área total de 4.00 m², por consiguiente un 52.42% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra las Juntas de Expansión del puente se puede resumir como Preocupante, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 31.

4.1.19 Unidad de Muestra 19.

Muestra 19 La unidad de la Muestra 19, se refiere a la losa de aproximación del puente, que es de concreto armado, para su evaluación se tomó en cuenta lo superficial del tramo II

Tabla N° 27 Evaluación de la unidad de Muestra 19

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	20/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	19
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA:	303.80-423.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : PULMIENTO DE AGREGADOS			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES : El losa de concreto ha sido fracturado por la excesiva carga y la filtración de agua en su base, el pavimento no ha sido diseñado para cargas pesadas, no posee estructuras de acero.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: LOSA DE APROXIMACIÓN				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
02	LOSA DE APROXIMACIÓN	7.27	Fisuras	2.10	3.22	(%) ÁREA AFECTADA	44.29%
			Pulmimento de agregados	1.50		28.89%	
			Filtración	0.45		20.63%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				4.05	3.22	55.71%	44.29%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				PREOCUPANTE (3)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

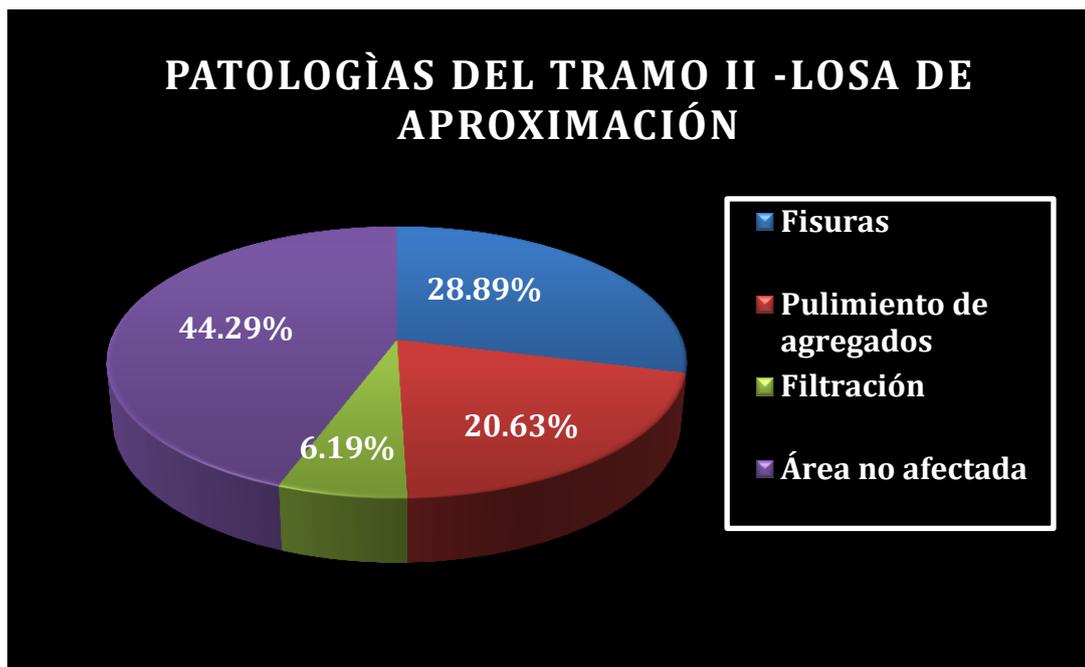


Figura 146. Tipos de Patologías existentes en Losa de Aproximación (Tramo 02)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 19 son: Fisuras, Pulimiento de agregados, filtración, De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Fisuras** en un 28.89 % y **la de menor incidencia es por Filtración** en un 6.19%, tal como se puede apreciar en la figura 146.

La Muestra 19, está conformada por la Losa de Aproximación del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 7.27 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 27 comprende un área total de 4.05 m², que corresponde al 55.71% y el área no afectada comprende un área total de 3.22 m², por consiguiente un 44.29% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra las Juntas de Expansión del puente se puede resumir como Preocupante, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 27.

4.1.20 Unidad de Muestra 20.

Muestra 20 La unidad de la Muestra 20, se refiere al Estribo Izquierdo del puente, que es de concreto Armado, para su evaluación se tomó en cuenta el total del área visible del tramo II.

Tabla N° 28 Evaluación de la unidad de Muestra 20

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	20/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	20
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA:	303.28-423.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
						OBSERVACIONES :: La evaluación del estribo izquierdo incluye el alero en el tramo II, el cual es saber el área total visible donde nos dará la severidad, se tomaron en cuenta todas las posibles patologías.	
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: ESTRIBO IZQUIERDO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
01	ESTRIBO IZQUIERDO	58.16	Fisuras	2.30	43.91	3.95%	75.50%
			Grietas	0.25		0.43%	
			Filtración	10.50		18.05%	
			Lixiviación	1.20		2.06%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				14.25	43.91	24.50%	75.50%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

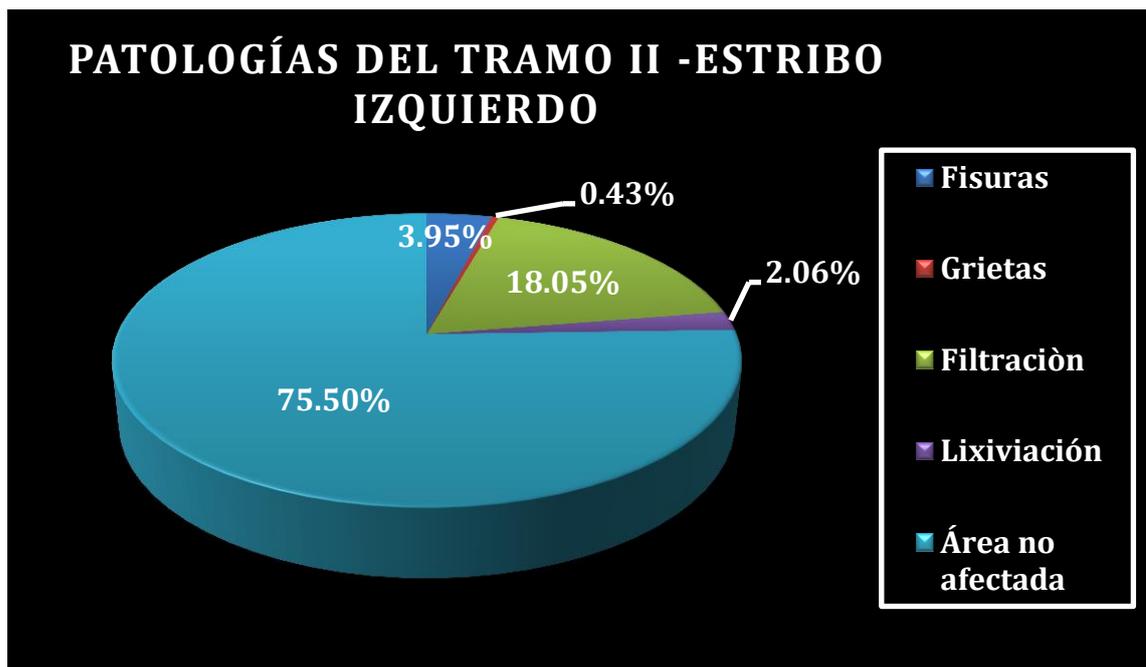


Figura 147. Tipos de Patologías existentes en Estribo Izquierdo (Tramo 02)

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 20 son: Fisuras, Grietas, Filtración, Lixiviación, De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Filtración** en un 18.05 % y **la de menor incidencia es por Grietas** en un 0.43%, tal como se puede apreciar en la figura 147.

La Muestra 20, está conformada por el Estribo Izquierdo del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 58.16 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 28 comprende un área total de 14.25 m², que corresponde al 24.50% y el área no afectada comprende un área total de 43.91 m², por consiguiente un 75.50% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra del Estribo Izquierdo del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 28.

4.1.21 Unidad de Muestra 21.

Muestra 21 La unidad de la Muestra 21, se refiere a los Pilares del puente, que son de concreto Armado, para su evaluación se tomó en cuenta el total del área visible del tramo II.

Tabla N° 29 Evaluación de la unidad de Muestra 21

		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMO TAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.							
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	20/04/2018
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	21
LOCALIDAD:	AMO TAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO
DISTRITO:	AMO TAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	120.00
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	02		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENITRO		COTA:	303.80-423.80
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN		
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN			EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3	
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENA : 1	MALA : 4	
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMA : 5	
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN(HUMEDAD)					
						OBSERVACIONES :: Para la evaluación de los pilares que conforman el tramo II se ha sacado el área total de la misma y ver que áreas afectadas con patologías, que se mostraran en la tabla a evaluar.	
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: PILARES				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
02	PILARES	144.00	Fisuras	6.70	117.85	4.65%	81.84%
			Abrasión superficial.	1.20		0.83%	
			Corrosión del concreto	1.35		0.94%	
			Desprendimientos	1.60		1.11%	
			Eflorescencia	15.30		10.63%	
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				26.15	117.85	18.16%	81.84%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				REGULAR (2)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

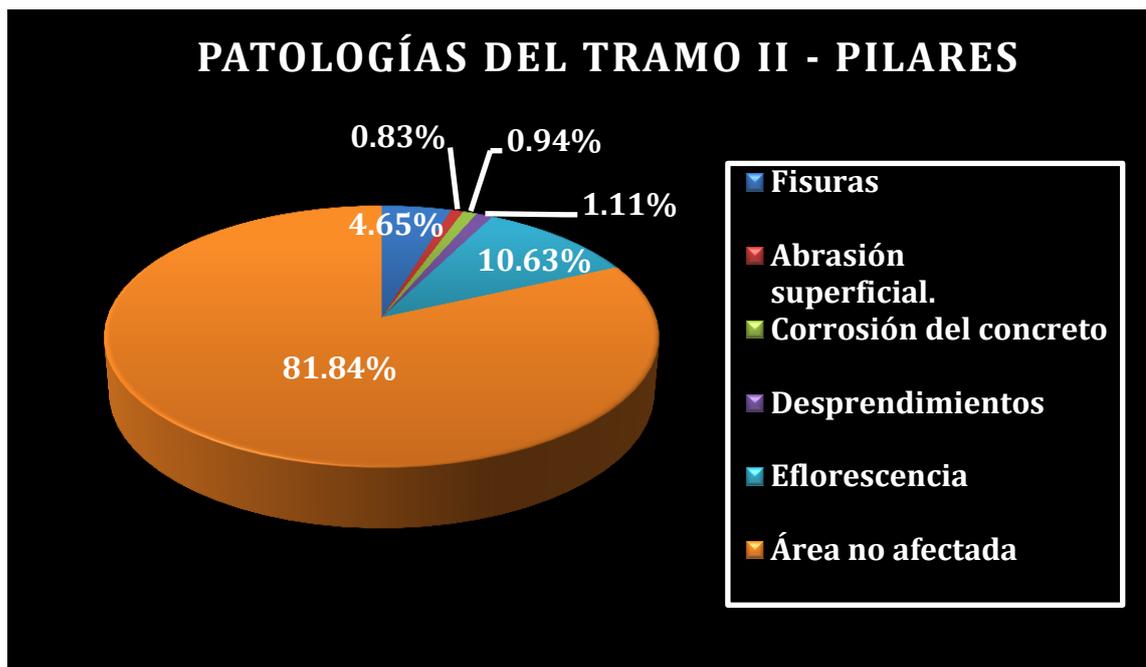


Figura 148. Tipos de Patologías existentes en los Pilares (Tramo 02)
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 21 son: Fisuras, Abrasión Superficial, Corrosión del concreto, Desprendimientos, Eflorescencia, De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Eflorescencia** en un 10.63 % y **la de menor incidencia es por Abrasión Superficial** en un 0.83%, tal como se puede apreciar en la figura 148.

La Muestra 21, está conformada por los Pilares del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 144 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 29 comprende un área total de 26.15 m², que corresponde al 18.16 % y el área no afectada comprende un área total de 117.85 m², por consiguiente un 81.94% donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra del Estribo Izquierdo del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 29.

4.1.22 Unidad de Muestra 22. La unidad de la Muestra 22, se refiere a los Fundación del Pilar Central Izquierdo del puente, que son de concreto Armado, para su evaluación se tomó en cuenta el total del área visible del tramo II.

Tabla N° 30 Evaluación de la unidad de Muestra 22

 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS					
		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL - 2018.					
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA: 20/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA: 22	
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ	COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02	LONGITUD TRAMO (m):	120.00	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	02	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2010	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	CENTRO	COTA:	303.80 -423.80	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD	
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN				CALIFICACIÓN	
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN				EXCELENTE : 0	PREOCUPANTE : 3
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN				BUENA : 1	MALA : 4
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS				REGULAR : 2	PÉSIMA : 5
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)					
				OBSERVACIONES: Las fundación o cimentación en el Pilar central Izquierdo, es de concreto simple y tiene unos a 2.5m de altura de zapata aprox. Las patologías son considerables, puesto que este componente estan sometidos a elementos abrasivos durante todo el año.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: FUNDACIÓN DEL PILAR IZQUIERDO				
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO							
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
						(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
02	FUNDACIÓN DE PILAR CENTRAL IZQUIERDO	30.00	Fisuras	3.29	18.21	10.97%	60.70%
			Grietas	3.25		10.83%	
			Corrosión del concreto	0.80		2.67%	
			Desprendimientos	0.45		1.50%	
			Eflorescencia	4.00	13.33%		
RESULTADO FINAL				TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
				11.79	18.21	39.30%	60.70%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA				PREOCUPANTE(3)			

Fuente: Elaboración Propia (2018)

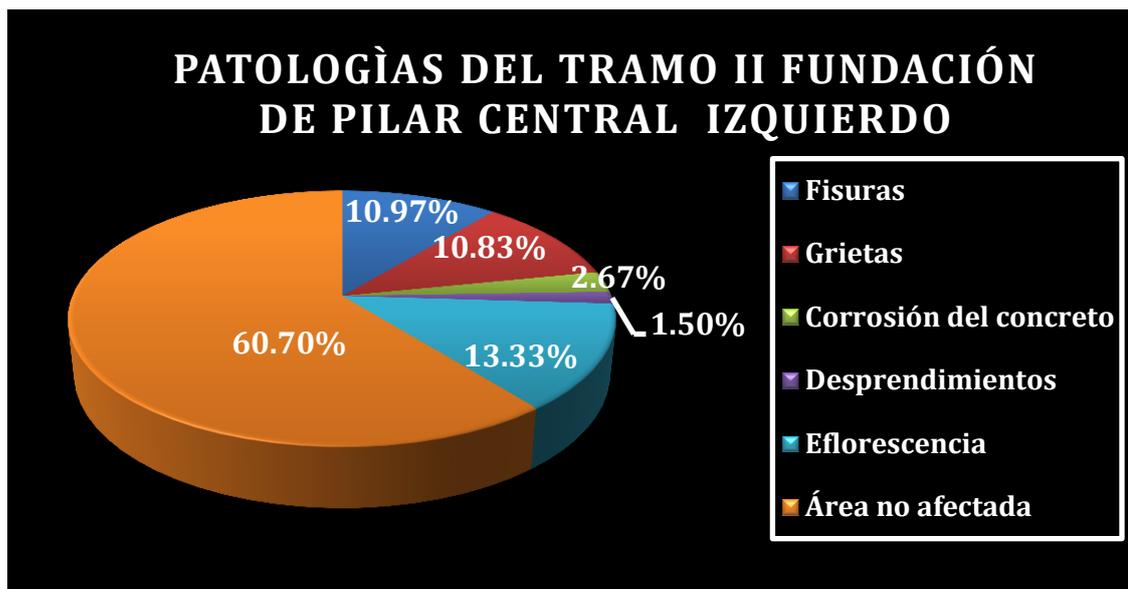


Figura 149. Tipos de Patologías existentes en la Fundación del Pilar Central Izquierdo

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Muestra 22 son: Fisuras, Grietas, Corrosión del concreto, Desprendimientos, Eflorescencia, De todos los tipos de patologías la de **mayor incidencia son Eflorescencia** en un 13.33 % y la de **menor incidencia es por Desprendimientos** en un 1.50%, tal como se puede apreciar en la figura 149.

La Muestra 21, está conformada por la Fundación del Pilar Central Izquierdo del puente Simón Rodríguez del tramo II, haciendo un total de 30 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente en la tabla 30 comprende un área total de 11.79 m², que corresponde al 39.30% y el área no afectada comprende un área total de 18.21 m², por consiguiente un 60.70 % donde no presenta patología alguna.

Por lo tanto el nivel de severidad de toda la muestra de la Fundación del Pilar Central Izquierdo del puente se puede resumir como Preocupante y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 30.

4.1.23 Resumen de los Resultados del Puente Simón R. (Tramo I y II)

Tabla N° 31 Tipos de Patologías y el total de las áreas que afectan a los componentes del puente.

EVALUACIÓN DE ÁREAS DE TODO EL PUENTE TRAMO I- II		
TIPOS DE PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA (m2)	% AFECTADO
Grietas	9.23	0.84%
Fisuras	361.16	33.05%
Eflorescencia	211.32	19.34%
Impactos	15.41	1.41%
Desprendimientos	130.52	11.95%
Corrosión de concreto	6.35	0.58%
Erosión por abrasión	7.60	0.70%
Desgaste superficial	130.80	11.97%
Pulimento de agregados	98.28	8.99%
Desintegración	41.19	3.77%
lixiviación	2.80	0.26%
Filtración(Humedad)	56.76	5.19%
corrosión por picaduras	11.24	1.03%
Corrosión superficial	6.40	0.59%
Soldadura defectuosa	3.60	0.33%
AREA TOTAL AFECTADA	1,092.66	100.00%

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

% DE INCIDENCIAS DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE SIMON RODRIGUEZ.

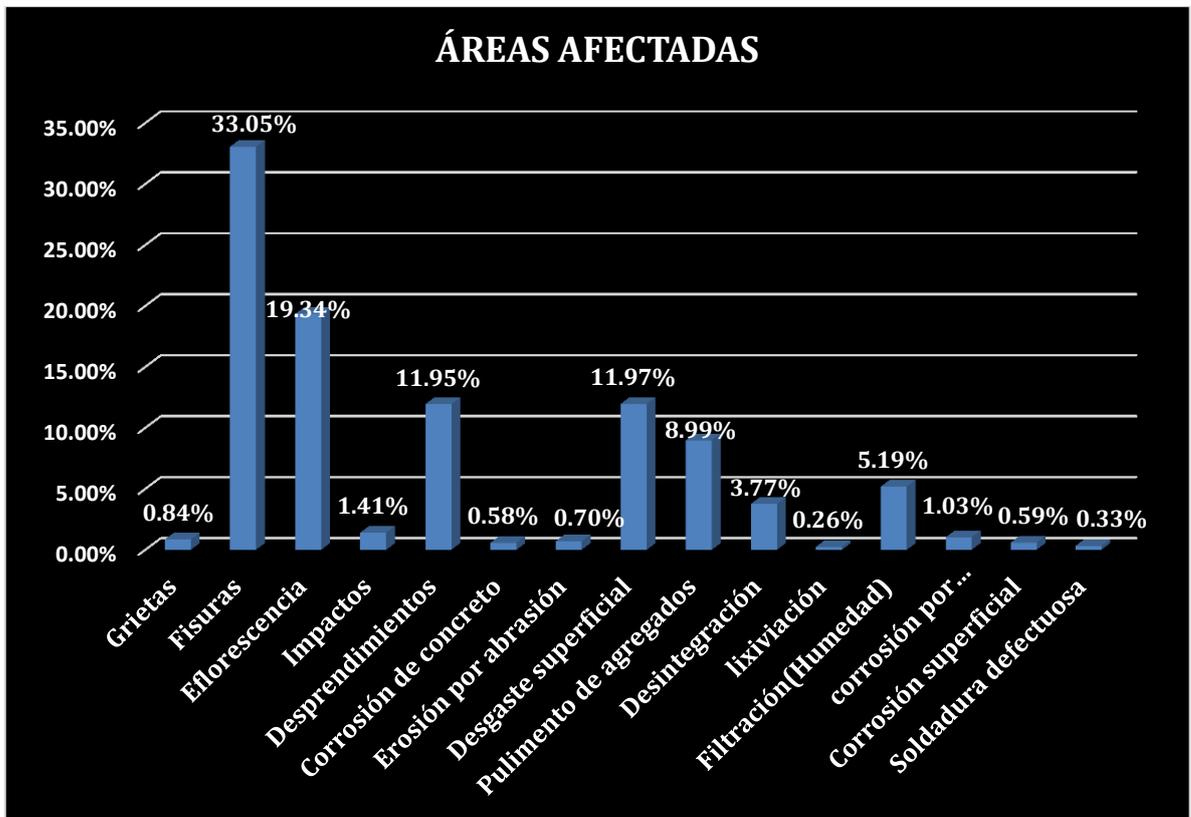


Figura 150. Tipos de Patologías existente en los elementos del Puente.

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

Tabla N° 32 % de Afectación por elementos estructurales del tramo I del Puente

TRAMO I PUENTE SIMÓN RODRIGUEZ							
ITEM	COMPONENTES DEL PUENTE	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	% AFECTADA	% NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
1	BARANDAS	100.80	28.16	72.64	27.94%	72.06%	2
2	VEREDA PEATONAL	425.00	54.86	370.14	12.91%	87.09%	2
3	PAVIMENTO	2,126.60	513.88	1,612.72	24.16%	75.84%	2
4	TABLERO	1,598.23	83.44	1,514.79	5.22%	94.78%	1
5	VIGAS PRINCIPALES	1,215.20	75.10	1,140.10	6.18%	93.82%	1
6	VIGAS DIAFRAGMA	180.70	39.70	141.00	21.97%	78.03%	2
7	JUNTA DE EXPANSIÓN	15.26	7.46	7.80	48.89%	51.11%	3
8	LOSA DE APROXIMACIÓN	18.18	9.56	8.62	52.59%	47.41%	3
9	ESTRIBO DERECHO	58.16	15.00	43.16	25.79%	74.21%	2
10	PILARES	114.56	10.51	104.05	9.17%	90.83%	1
11	FUNDACION PILAR CENTRAL DERECHO	32.76	15.80	16.96	48.23%	51.77%	3

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

% DE AFECTACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE SIMON RODRIGUEZ TRAMO I

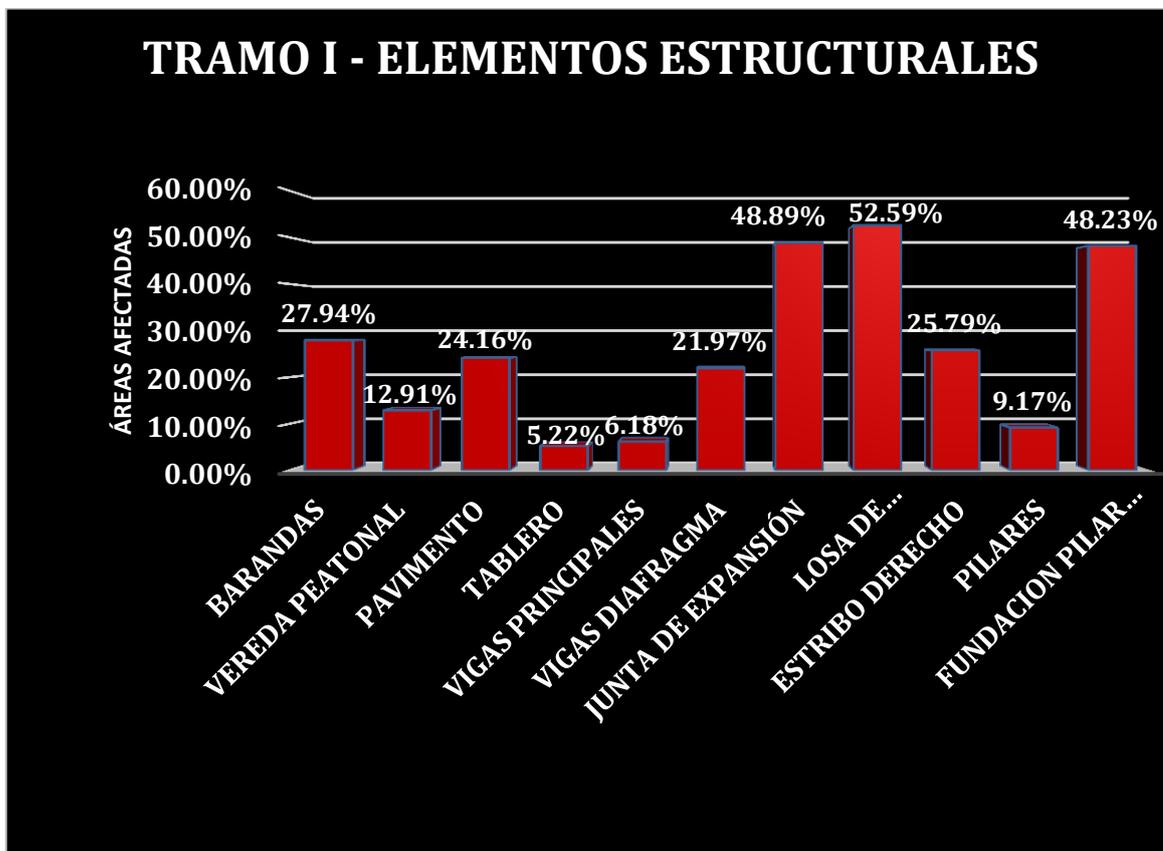


Figura 151. Áreas afectadas en los elementos estructurales del tramo I del puente.

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

Tabla N° 33 % de Afectación por elementos estructurales del tramo II del Puente

TRAMO II PUENTE SIMÓN RODRIGUEZ							
ITEM	COMPONENTES DEL PUENTE	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	% AFECTADA	% NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
12	BARANDAS DE ACERO	74.75	16.94	57.81	22.66%	77.34%	2
13	VEREDA PEATONAL	162.00	9.11	152.89	5.62%	94.38%	1
14	PAVIMENTO	872.40	261.69	610.71	30.00%	70.00%	2
15	TABLERO	631.20	59.86	571.34	9.48%	90.52%	1
16	VIGA PRINCIPALES	192.00	33.03	158.97	17.20%	82.80%	2
17	VIGAS DIAFRAGMA	32.13	6.80	25.33	21.16%	78.84%	2
18	JUNTA DE EXPANSION	7.63	3.63	4.00	47.58%	52.42%	3
19	LOSA DE APROXIMACION	7.27	4.05	3.22	55.71%	44.29%	3
20	ESTRIBO IZQUIERDO	58.16	14.25	43.91	24.50%	75.50%	2
21	PILARES	144.00	26.15	117.85	18.16%	81.84%	2
22	FUNDACION PILAR CENTRAL IZQUIERDO	30.00	11.79	18.21	39.30%	60.70%	3

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

% DE AFECTACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE SIMON RODRIGUEZ TRAMO II

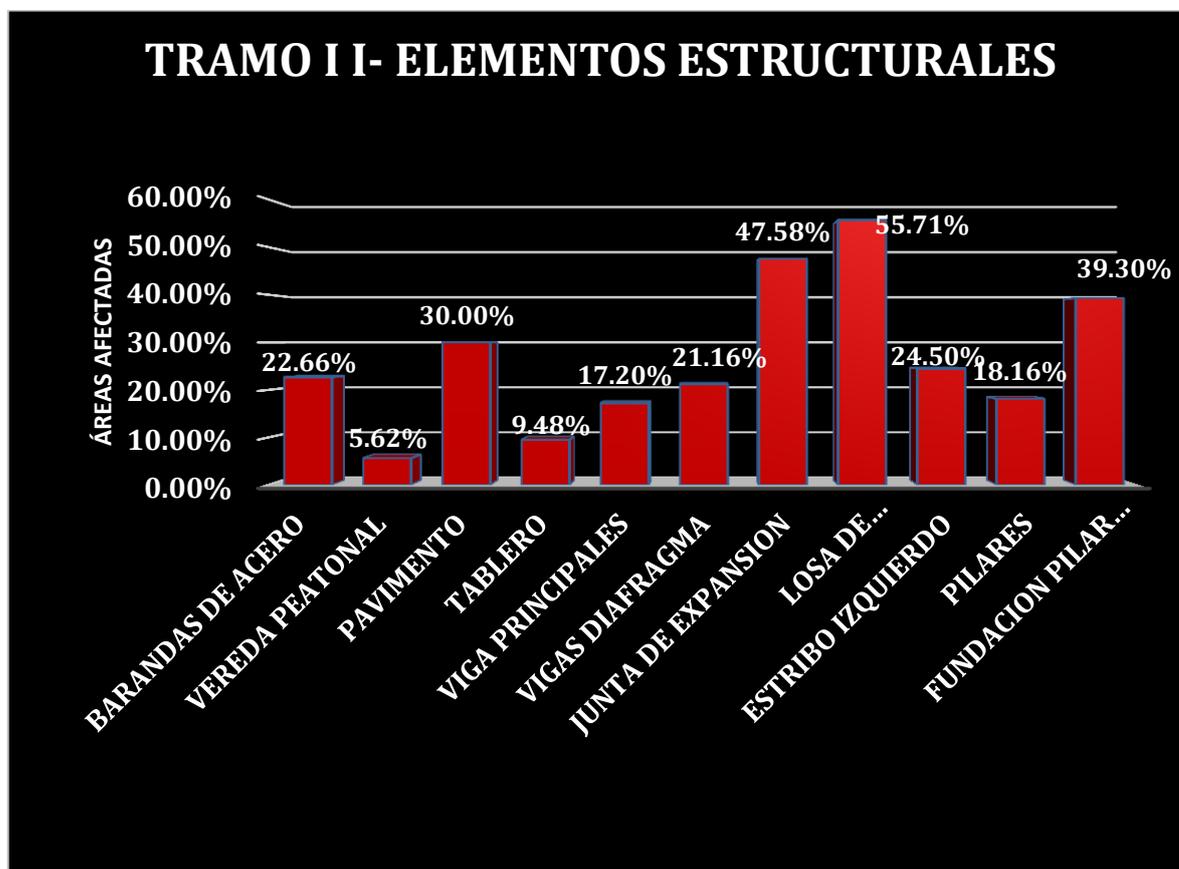


Figura 152. Áreas afectadas en los elementos estructurales del tramo II del puente

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

Niveles de Severidad del Tramo I y II

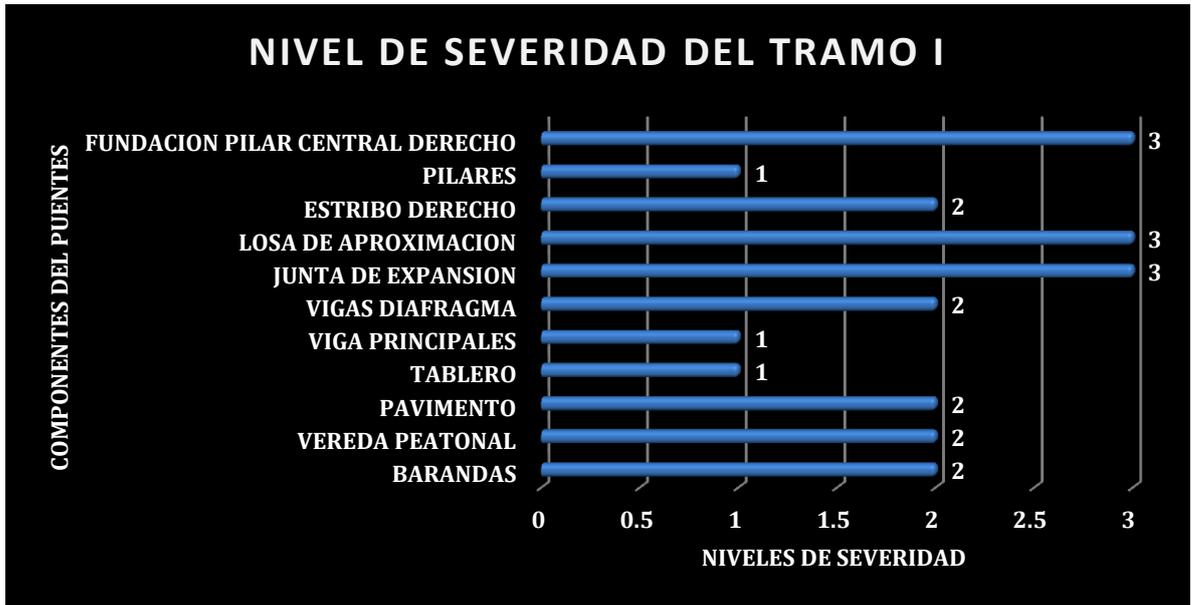


Figura 153 . Nivel de Severidad en los elementos estructurales del tramo I del puente.

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22



Figura 154. Nivel de Severidad en los elementos estructurales del tramo II del puente.

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

Tabla N° 34. Resumen de resultados por unidades de muestra del tramo I y II del Puente

TRAMO I Y II PUENTE SIMÓN RODRIGUEZ							
ITEM	MUESTRA	AREA TOTAL	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	% AFECTADA	% NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
1	UM 01	100.80	28.16	72.64	27.94%	72.06%	2
2	UM 02	425.00	54.86	370.14	12.91%	87.09%	2
3	UM 03	2,126.60	513.88	1,612.72	24.16%	75.84%	2
4	UM 04	1,598.23	83.44	1,514.79	5.22%	94.78%	1
5	UM 05	1,215.20	75.10	1,140.10	6.18%	93.82%	1
6	UM 06	180.70	39.70	141.00	21.97%	78.03%	2
7	UM 07	15.26	7.46	7.80	48.89%	51.11%	3
8	UM 08	18.18	9.56	8.62	52.59%	47.41%	3
9	UM 09	58.16	15.00	43.16	25.79%	74.21%	2
10	UM 10	114.56	10.51	104.05	9.17%	90.83%	1
11	UM 11	32.76	15.80	16.96	48.23%	51.77%	3
12	UM 12	74.75	16.94	57.81	22.66%	77.34%	2
13	UM 13	162.00	9.11	152.89	5.62%	94.38%	1
14	UM 14	872.40	261.69	610.71	30.00%	70.00%	2
15	UM 15	631.20	59.86	571.34	9.48%	90.52%	1
16	UM 16	192.00	33.03	158.97	17.20%	82.80%	2
17	UM 17	32.13	6.80	25.33	21.16%	78.84%	2
18	UM 18	7.63	3.63	4.00	47.58%	52.42%	3
19	UM 19	7.27	4.05	3.22	55.71%	44.29%	3
20	UM 20	58.16	14.25	43.91	24.50%	75.50%	2
21	UM 21	144.00	26.15	117.85	18.16%	81.84%	2
22	UM 22	30.00	11.79	18.21	39.30%	60.70%	3

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

Tabla N° 35. Resumen de resultados

ÁREA TOTAL DE TRAMO I Y II DEL PUENTE			
	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	ÁREA TOTAL
M2	1,300.77	6,796.22	8,096.99
%	16.06%	83.94%	100.00%

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

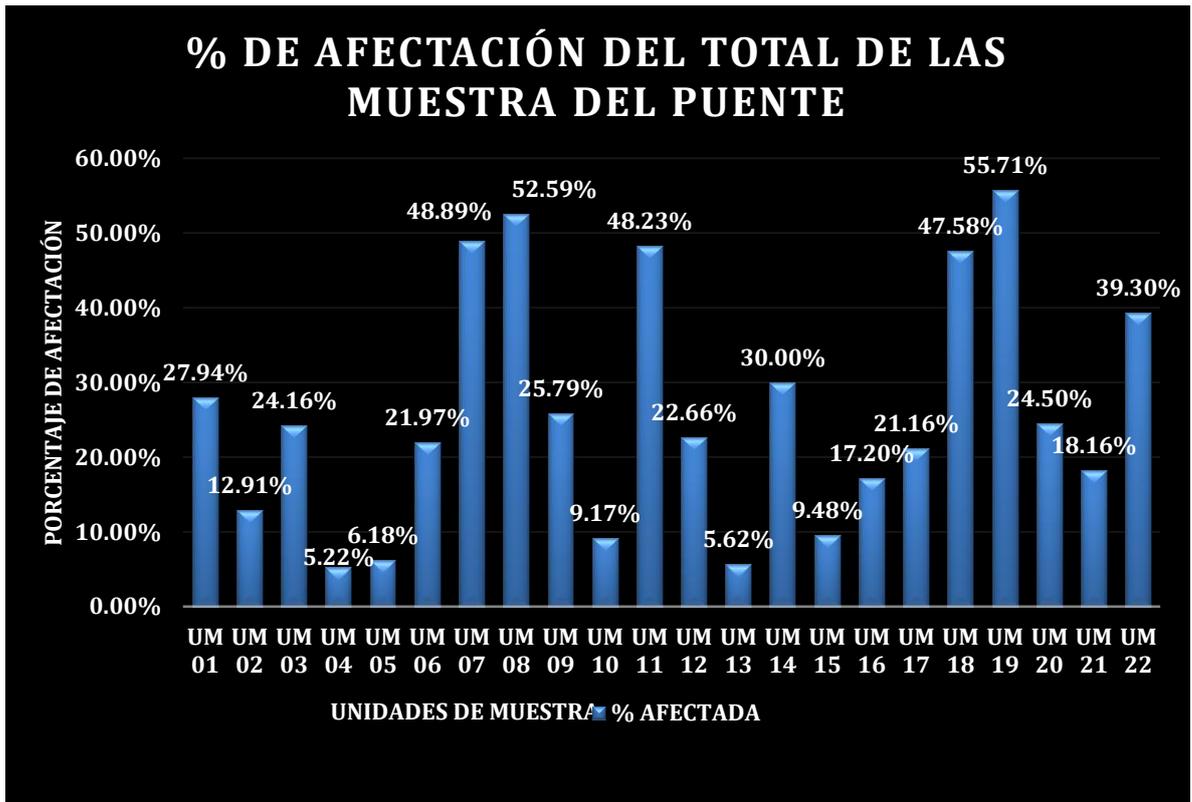


Figura 155. Porcentaje de afectación por cada Unidad de muestra evaluada del 01 al 22.

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22



Figura 156.-Comparación de los niveles de severidad del tramo I y II

Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

4.2 Análisis de Resultados.

Luego de Obtener los resultados en cada una de las muestras evaluadas se presenta el siguiente análisis:

De acuerdo a la tabla 31 y la figura 150, se observa los tipos de patologías existentes en la estructura de puente y la totalidad de áreas afectadas por patología en ello la patología que tiene mayor incidencia es son las Fisuras 361.16 m² equivalente a (33.05%), seguido de Eflorescencia con 211.32 m² equivalente a (19.34 %) y Desprendimientos con 130.52 m² equivalente a (11.95 %) , estas son las patologías de mayor incidencia que han ocupado más áreas en el Puente Simón Rodríguez en sus diferentes elementos (componentes del puente).

De la tabla 32 y la figura 151 hace referencia al tramo I del puente, donde se puede determinar áreas totales en función a componentes o muestras evaluadas, se puede observar que las muestras de mayor área afectada son Losa de Aproximación que tiene el (52.59%) de área afectada, seguido de las juntas de expansión que tiene el (48.89%) de área afectada, fundación del pilar central derecho que tiene el (48.23%) de área afectada, barandas con (27.94%) de área afectada y el Estribo derecho con (25.79%), cabe resaltar que las áreas más afectadas en los componentes del puente se deben a la presencia de patologías de menor o mayor severidad.

De los resultados de la tabla 33 y figura 152 se refiere al tramo II del puente donde se puede determinar áreas totales en función a componentes o muestras evaluadas, para ello se puede observar que las muestras de mayor área afectada son Losa de Aproximación que tiene el (55.71%) de área afectada, seguido de las juntas de expansión que tiene el (47.58%) de área afectada, fundación del pilar central Izquierdo que tiene el (39.30%) de área afectada, y el pavimento con (30.00%), cabe resaltar que las áreas más afectadas en los componentes del puente se deben a la presencia de patologías de menor o mayor severidad.

En las figuras 153 y 154, hace referencia al nivel de severidad del tramo I y del tramo II respectivamente, se puede observar que en el tramo I tenemos varios componentes del puente que están en una regular condición, cabe mencionar que en la inspección realizada de la losa de aproximación y juntas de expansión se le ha calificado de forma Preocupante, por qué pero existen en estos elementos patologías con un nivel de severidad Preocupante, esto debido al tránsito pesado que circula por la zona, también hay elementos estructurales que se encuentran en buenas condiciones como son el tablero, las vigas que lo sostienen y los pilares que las soportan y así mismo se califica al tramo I como regular (2).

En el nivel de severidad del tramo II, se observa que hay componentes que están calificadas de forma regular como es el pavimento, pilares, vigas principales, a estos cabe recalcar que la losa de aproximación y la fundación del estribo izquierdo, se encuentra según la observación con un nivel de severidad Preocupante (3), ya existen varias zonas en mayor grado, pero el tramo II se califica como regular, Según la tabla de la M.T.C. – 2008.

De los resultados de la tabla 34 y figura 155 tenemos a la totalidad de muestras evaluadas conjuntamente con el reporte de áreas totales, áreas afectadas, no afectadas, porcentajes y niveles de severidad de cada muestra, en la figura 162 se puede apreciar el porcentaje de afectación del total de las muestras del puente.

En la figura 156, se ha determinado el acumulado de niveles de severidad entre los 2 tramos del puente, en ello se puede apreciar claramente que el tramo I tiene mayor nivel de severidad regular(2) a comparación del tramo II, que tiene componentes en buenas condiciones.

De los resultados agrupados de la tabla 35, podemos definir que el 16.06% tiene patologías en los elementos estructurales del puente Simón Rodríguez del distrito de Amotape, y se encuentra en un nivel de severidad (2); por lo tanto su estado actual es Regular.

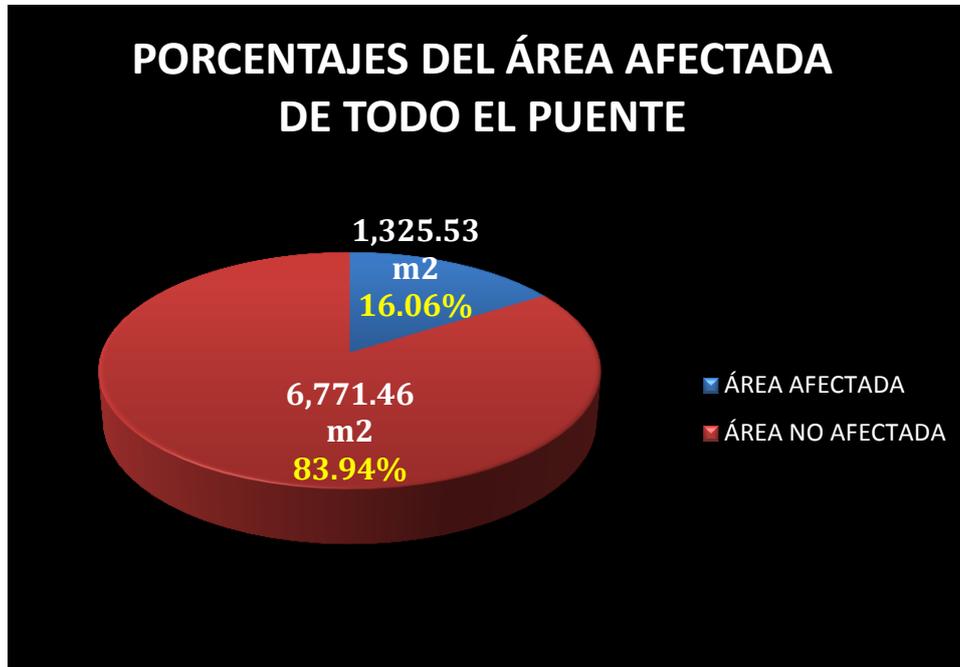


Figura 157.-Porcentaje de Afectación del tramo I y II
Fuente: Ficha de Evaluación de muestras del 01 al 22

V.CONCLUSIONES

- ✓ Los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales del puente Vehicular Simón Rodríguez, son fundamentalmente : **Fisuras (33.05%)**, seguido de Eflorescencia (19.34%), Desgaste superficial (11.97%), Desprendimientos (11.95%), Pulimento de agregados (8.99%), Filtración (Humedad) (5.19%), Desintegración (3.77%), Impactos (1.41%), Corrosión por picaduras (1.03%) y finalmente Grietas (0.84%), son las patologías de mayor incidencia en los elementos estructurales del puente.
- ✓ La patología que tiene mayor incidencia en los elementos estructurales del puente Simón Rodríguez son las Fisuras.
- ✓ El Puente Simón Rodríguez tiene un nivel de severidad Regular (2).

5.1. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

RECOMENDACIONES

- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Fisuras** se recomienda: hacer aislamiento del área deteriorada, Remoción del concreto deteriorado, reparación de la base y drenaje (si es necesario), estar pendiente en la colocación y acabado del concreto nuevo, teniendo en cuenta el curado, protección del concreto, corte y sellado de las mismas.
- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Eflorescencia** se recomienda: Disolver los cristales con agua a presión y retirarlos con un cepillo de cerdas naturales, para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca. En caso contrario, las sales se disolverán de nuevo en el interior de ésta. Así mismo se debe utilizar un sellador adecuado.
- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Desprendimiento** se recomienda: Utilizar el procedimiento denominado reparación de espesor parcial. Recubrir con una mezcla de concreto nuevo, teniendo en cuenta el incremento de las irregularidades (IRI, Índice de Rugosidad Internacional) que ello significa.
- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Desgaste superficial** se recomienda:.. remoción del pavimento. Consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica (en frío o en caliente) áreas localizadas que presenten agrietamientos, deformaciones, hundimientos y/o disgregación. El procedimiento consiste en limpiar la superficie, aplicar el riego asfáltico, extender y compactar la mezcla de espesores por lo general entre 2 y 4 cm.
- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Pulimento de agregados** se recomienda: Fresar para mejorar la textura del

pavimento, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: establecer como es la condición del pavimento, definir la cabeza de fresado adecuada y estar pendiente de la máquina de fresado para que se haga adecuadamente.

- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Filtración** se recomienda: Limpiar adecuadamente el área donde existe la filtración y aplicar Cemento hidráulico de fraguado rápido para sellar filtraciones de agua en concreto y mampostería.
- ✓ Para realizar la reparación de la Patología **Grietas** se recomienda: Para severidad baja, sellar, según, sellado de Juntas y Grietas. Para severidades media y alta, reparar en todo el espesor una franja de pavimento del ancho de la losa y de una longitud mínima igual a la distancia entre la junta y la intersección de la grieta con el borde externo.
- ✓ De acuerdo a la evaluación que se realizó al puente, donde se encuentra con un nivel de severidad Regular (2), se recomienda, evacuar por una vía alterna el tránsito pesado que circula frecuentemente y generan daños a la infraestructura del puente.
- ✓ Se estima conveniente realizar un mantenimiento rutinario de limpieza y prevención para evitar que su índice promedio de condición de los elementos estructurales del puente Baje.
- ✓ Finalmente se recomienda la intervención de las autoridades a nivel local y regional para realizar los mantenimientos preventivos del Puente Simón Rodríguez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Guía para la Inspección de Puentes, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles [seriada en línea 2006], [acceso el 20 de Mayo 2018], disponible en : <https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normascarreteras/documentos/otras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf>
- (2) Construcción & Vivienda Comunicadores, [Página en Internet], Lima, Construcción del nuevo tramo del Puente Simón Rodríguez, c2017,[Actualizado al 22 Diciembre del 2016], [acceso al 25 de abril del 2018], disponible en: <https://www.construccionyvivienda.com/component/k2/en-paita-region-piura-puente-simon-rodriguez-supero-los-420-m..>
- (3) Cuba C. Yordanis , González A. Luis R., Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas, Cuba 2012,[Serie en Internet], agosto, 2012, [Revista de Arquitectura e Ingeniería] 6(2), pp. 1-18, Disponible en : http://www.redalyc.org/pdf/1939/Resumenes/Resumen_193924743001_1.pdf.
- (4) Pañuela B., Sossa E., Patologías Mecánicas presentes en los Puentes Vehiculares de la localidad de Fontibón, [Tesis].Bogotá : Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, c 2015, Disponible en : repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/.../TG_Julio_Sossa_y_Elkin_Pañuela.pdf
- (5) Valenzuela S. Matías A., Refuerzo de puentes existentes por cambio de Esquema Estático, Aplicación al Puente San Luis de Chile, [Tesis].Barcelona : Universidad Politécnica de Catalunya, Facultad de Ingeniería de la Construcción, c 2010, Disponible en : <https://es.scribd.com/document/154265285/Tesis-Refuerzo-Puente-Por-Cambio-Estatico-Pte-San-Luis-Chile>
- (6) Andia R. Efrén, Determinación y Evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular

Chancarará de tipo viga-losa, [Tesis].Ayacucho : Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería, c 2016, Disponible en :

[https://es.slideshare.net/EfrnAnda/tesis-evaluacin-de-concreto-en-el-
puente](https://es.slideshare.net/EfrnAnda/tesis-evaluacin-de-concreto-en-el-puente)

- (7) Barrantes T. Francisco G., Análisis de la vulnerabilidad estructural del puente de la av. Pakamuros, [Tesis].Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, c 2017, Disponible en :
repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1067
- (8) Villacorta A., Evaluación y Determinación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente Confraternidad Internacional Este [Tesis]. Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; c 2014
- (9) Ipanaqué J. Evaluación Técnica de las Estructuras de los Puentes Carrozables de la Región Piura-2014: Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres (1º Puente), Puente Avelino Cáceres (2º Puente), Puente Miguel Grau, Puente Independencia; y la Influencia Patológica en su Vida Útil [Tesis]. Piura, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; c 2014.
- (10) Seminario M., Guía para el Diseño de Puentes cons Vigas y Losas. [tesis]. Piura, Universidad de Piura; c 2004,disponible en :
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1364/ICI_112.pdf
- (11) La Noma the AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Design, Edition 17ª, (2002).
- (12) **AASHTO LRFD Bridge Design Specification, 3ª Edition (2004)**. Normas Americanas para el Diseño de Puentes.

- (13) Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 “Manual de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú [seriada en línea 2016], [acceso el 10 de Mayo 2018], disponible en:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8044.pdf
- (14) Norma Técnica Norma Técnica E. 030 Diseño Sismo resistente. El Peruano [Internet]. Perú. 2016[acceso 12 de marzo, 2018]. Disponible en:
<http://busquedas.elperuano.com.pe/download/url/decreto-supremo-quemodifica-la-norma-tecnica-e030-diseno-decreto-supremo-n-003-2016-vivienda>
- (15) Aranís C, Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado, Método Aashto – Lrfd. Primera ed. Lima, Perú: Aci-Uni; 2006.
- (16) Contreras P. y Reyes R, Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del puente Romero Aguirre,[Tesis]Cartagena ; Universidad de Cartagena, c 2014. Disponible en :
<http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/1367>
- (17) Fajardo Niño, J. A., & Viasús Pérez, W. E. Diseño Simplificado de Puentes, [tesis].Colombia: Educación Virtual Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,. C 2014, disponible en :
<http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/45.pdf>
- (18) Apaza P, Puentes introducción al diseño de puentes en concreto. Nueva ed. Lima, Perú: D’Luis; 2000.
- (19) Mc Ing. Arturo Rodríguez Serquen. (abril 2016). Puentes con las AASHTO- LRFD 2014/Perú.
- (20) Flores A, Cimentaciones. Slideshare [seriada en línea] 2013 [citado 2018 Marzo 09], disponible en :

<http://es.slideshare.net/jhongesellvillanuevaportella9/cimentaciones-superficiales>

- (21) Ventura M, Puentes y Obras de Paso, Magma [seriada en línea] 2011 [citado 2018 Mayo 19], disponible en :
http://cef.uca.edu.sv/descargables/2011_12_cursoMAGMA/presentacion_puentes.pdf
- (22) Cárdenas O, Puentes Partes de un puente, Slideshare [seriada en línea] 2016 [citado 2018 Mayo 19], disponible en :
<http://es.slideshare.net/EMANECERS/partes-de-un-puente-59442007>
- (23) Araujo O. Acero Estructural. Scribd [seriada en línea] 2011 [citado 2018 Abril 12], disponible en :
<http://es.slideshare.net/EMANECERS/partes-de-un-puente-59442007>
- (24) Oseguera L, Bernal R, Cerda O, Elementos Estructurales de Concreto y Concreto Reforzado, Scribd [seriada en línea] 2012 [citado 2018 Mayo 18], disponible en :
<https://es.scribd.com/doc/95013368/Elementos-estructurales>
- (25) Casas O. Patología del Concreto. Scribd [seriada en línea] 2001 [citado 2018 Mayo 12], disponible en :
<https://es.scribd.com/doc/55564464/Patologia-Del-Concreto>
- (26) Panozo M, Patología de las Estructuras, Slideshare [seriada en línea] 2007 [citado 2018 Mayo 18], disponible en :
<http://es.slideshare.net/angelcaido666x/patologia-de-las-estructuras>
- (27) Rivva E, Durabilidad y Patología del Concreto. Slideshare [seriada en línea] 2006 [citado 2018 Mayo 20], disponible en

<http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-yatologiadelconcretoenriquerivval>

- (28) Treviño E, Patología de las Estructuras de Concreto Reforzado. Repositorio [seriada en línea] 1998 [citado 2018 Mayo 20], disponible en <http://eprints.uanl.mx/6017/1/1080087103.PDF>
- (29) Matute Rubio, L., & Pulido Sánchez, I. (2012). Medidas eficientes en la conservación de puentes. Vi Congreso Nacional de la Ingeniería Civil, (pág. 33). Valencia, España.
- (30) Ortega Y, Quintero K, Durabilidad del Concreto. Prezi [seriada en línea] 2015 [citado 2018 Mayo 20], disponible en <https://prezi.com/bjull8e1e13f/durabilidad-del-concreto/>
- (31) Sánchez de Guzmán, Durabilidad y Patología del Concreto. 2da ed. Santa Fé de Bogotá, D.C, Colombia: Asocreto; 2011.
- (32) Calavera J, patología de las estructuras de hormigón armado y pretensado. 2da ed. Madrid y Ribadeo, España: Intemac; 1996.
- (33) Monjo J. Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos. 2a ed. Madrid, España: Munilla-Leria; 1997.

ANEXOS



Figura 164. Ubicación del Puente Simón Rodríguez
Fuente : Google Earth



Figura 165. Ubicación del Puente Simón Rodríguez
Fuente: Google Earth



**Figura 165.-La patología que tiene existe en el pavimento del puente
Fuentes: Elaboración Propia 2018**



**Figura 167.-La patología desprendimiento y corrosión del concreto en
veredas
Fuentes: Elaboración Propia 2018**



Figura 166.-Los impactos que sufren as barandas por el transito
Fuentes: Elaboración Propia 2018



Figura 168.-la Carga que soporta la Superestructura por la tubería.
Fuentes: Elaboración Propia 2018



Figura 169.-El tránsito Pesado que circula por la zona
Fuentes: Elaboración Propia 2018



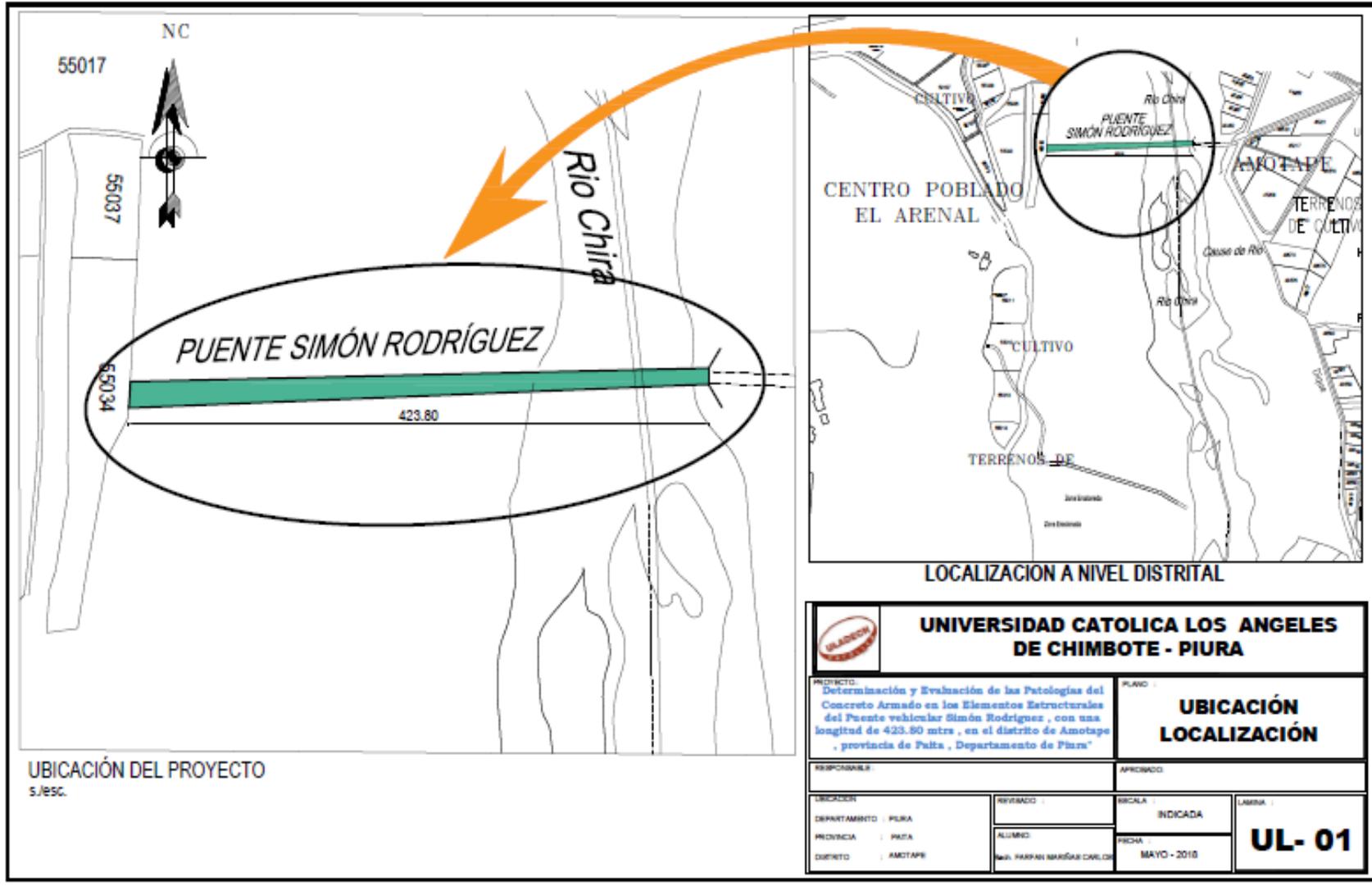
Figura 170.-Las Junta de Dilatación del puente.
Fuentes: Elaboración Propia 2018

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FICHA DE INSPECCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMÓN RODRÍGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 M, DEL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, REGIÓN PIURA ABRIL – 2018.						
EVALUADOR: BACH CARLOS DAVID FARFAN MARIÑAS						FECHA:	10/04/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA	01-A	
LOCALIDAD:	AMOTAPE		NOMBRE DEL PUENTE:	SIMÓN RODRÍGUEZ		COMPOSICIÓN:	CONCRETO ARMADO	
DISTRITO:	AMOTAPE		TIPO DE PUENTE:	VIGA - LOSA		LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	423.80	
PROVINCIA:	PAITA		N° DE TRAMOS:	02		LONGITUD TRAMO (m):	100	
DEPARTAMENTO:	PIURA		TRAMO A EVALUAR:	01		AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1987	
REGIÓN:	PIURA		LADOS A EVALUAR:	IZQUIERDO - DERECHO		COTA:	0-100	
TIPOS DE PATOLOGÍA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
[1] : GRIETAS	[6] : DESPRENDIMIENTOS	[11] : EROSIÓN POR CAVITACIÓN			CALIFICACIÓN			
[2] : FISURAS	[7] : CORROSIÓN DE CONCRETO	[12] : LIXIVIACIÓN			MUY BUENO : 0	MALO : 3		
[3] : EFLORESCENCIA	[8] : CARBONATACIÓN	[13] : COLONIZACIÓN			BUENO : 1	MUY MALO : 4		
[4] : IMPACTOS	[9] : SOCAVACIÓN	[14] : FRACTURAS			REGULAR : 2	PÉSIMO : 5		
[5] : OXIDACIÓN	[10] : EROSIÓN POR ABRASIÓN	[15] : FILTRACIÓN (HUMEDAD)						
						OBSERVACIONES		
ELEMENTO DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: BARANDAS					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m ²)	PATOLOGÍAS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	ESTADÍSTICAS	
							(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
RESULTADO FINAL					TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TO TAL ÁREA AFECTADA	% TO TAL ÁREA NO AFECTADA
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA								

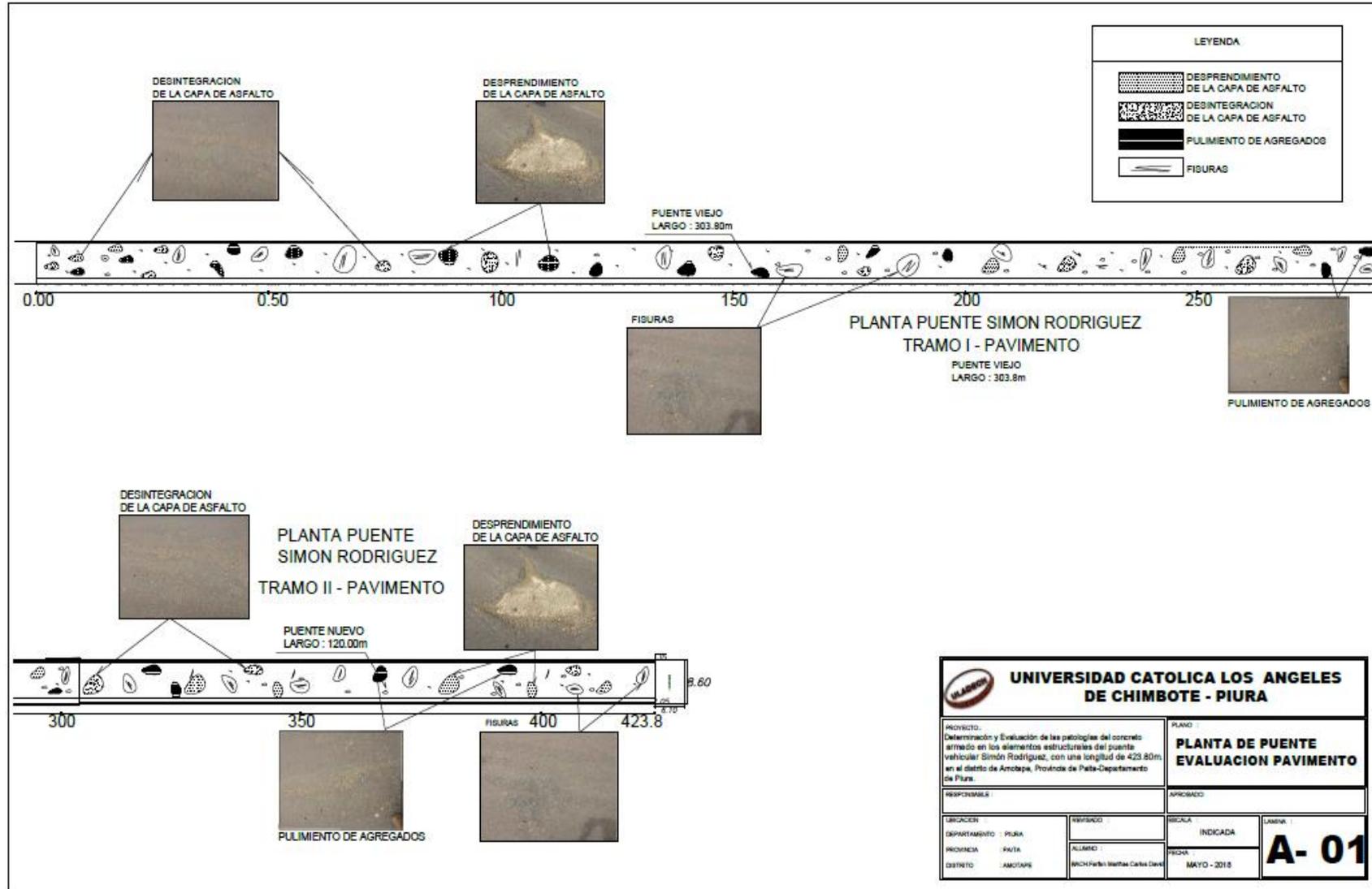
Figura 169. Ficha de Evaluación para los elementos del puente.

Fuentes: Elaboración Propia 2018

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN PUENTE SIMÓN RODRÍGUEZ DISTRITO DE AMOTAPE - PAITA - PIURA



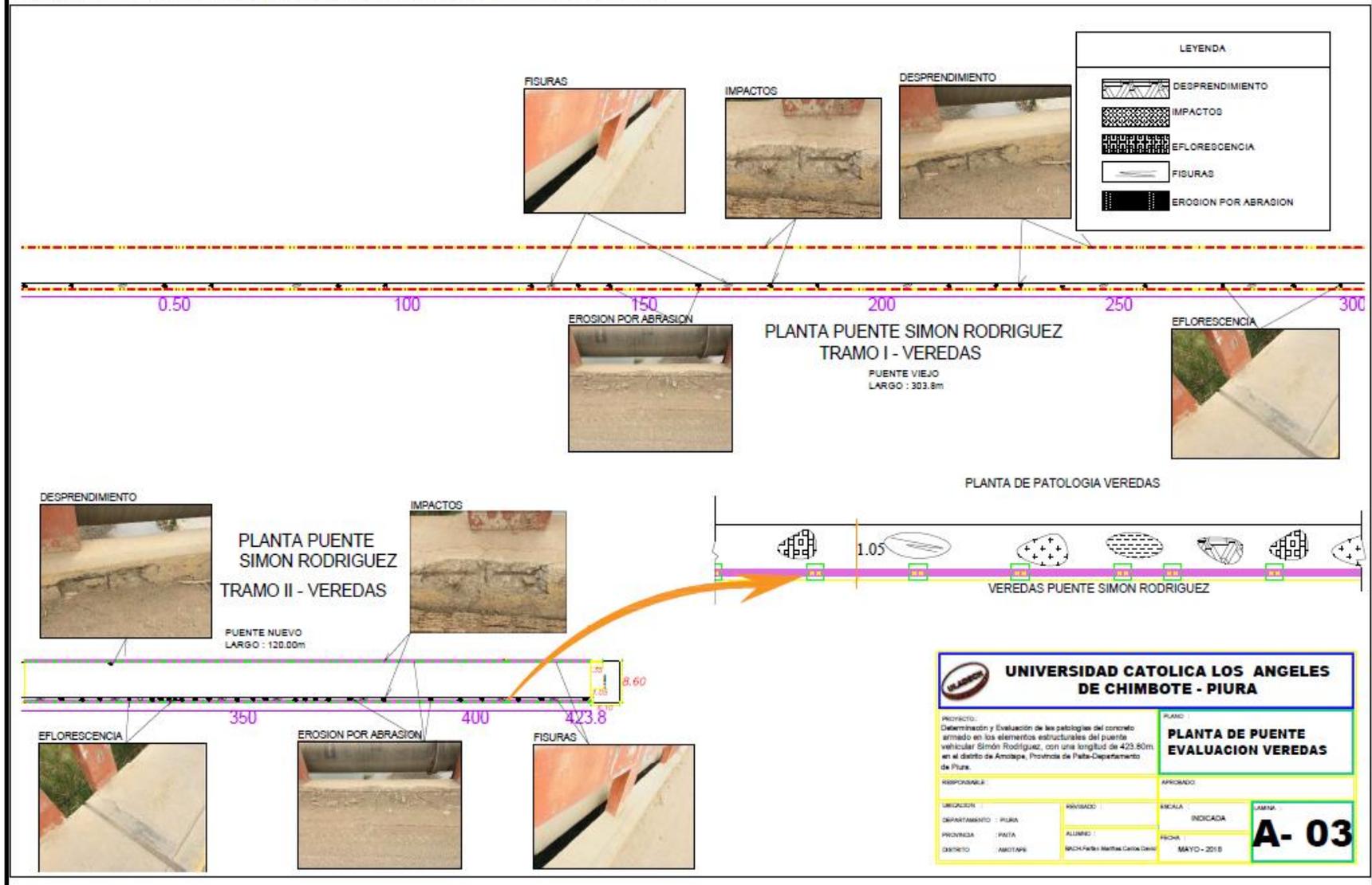
PLANO DE PATOLOGÍAS EN PAVIMENTO, I Y II TRAMO DEL PUENTE SIMÓN RODRÍGUEZ



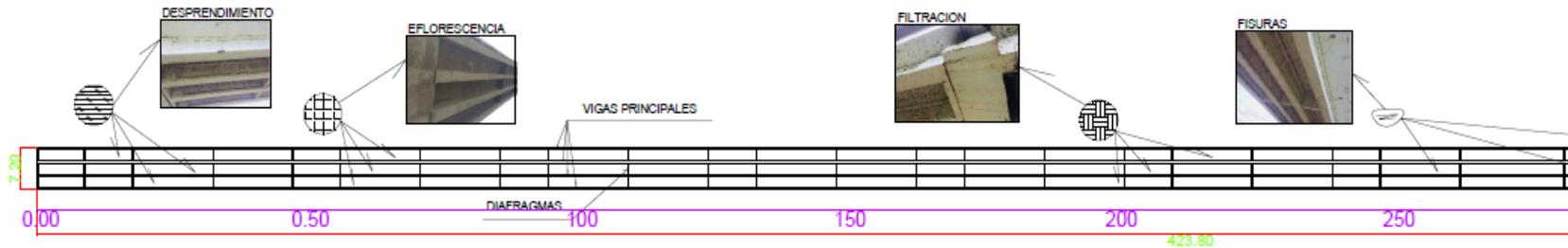
PLANO DE PATOLOGÍAS EN BARANDAS, I Y II TRAMO DEL PUENTE SIMÓN RODRÍGUEZ



PLANO DE PATOLOGIAS VEREDAS, I Y II TRAMOS DEL PUENTE SIMON RODRIGUEZ

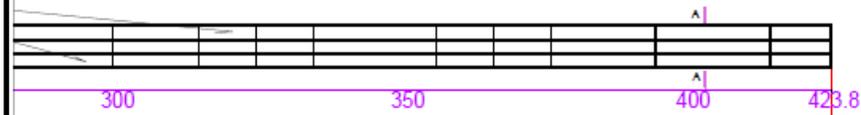


PLANO DE PATOLOGÍAS BASE, I Y II TRAMOS DEL PUENTE SIMÓN RODRÍGUEZ



LEYENDA	
	EFLORESCENCIA
	FILTRACION
	DESPRENDIMIENTO
	FIGURAS

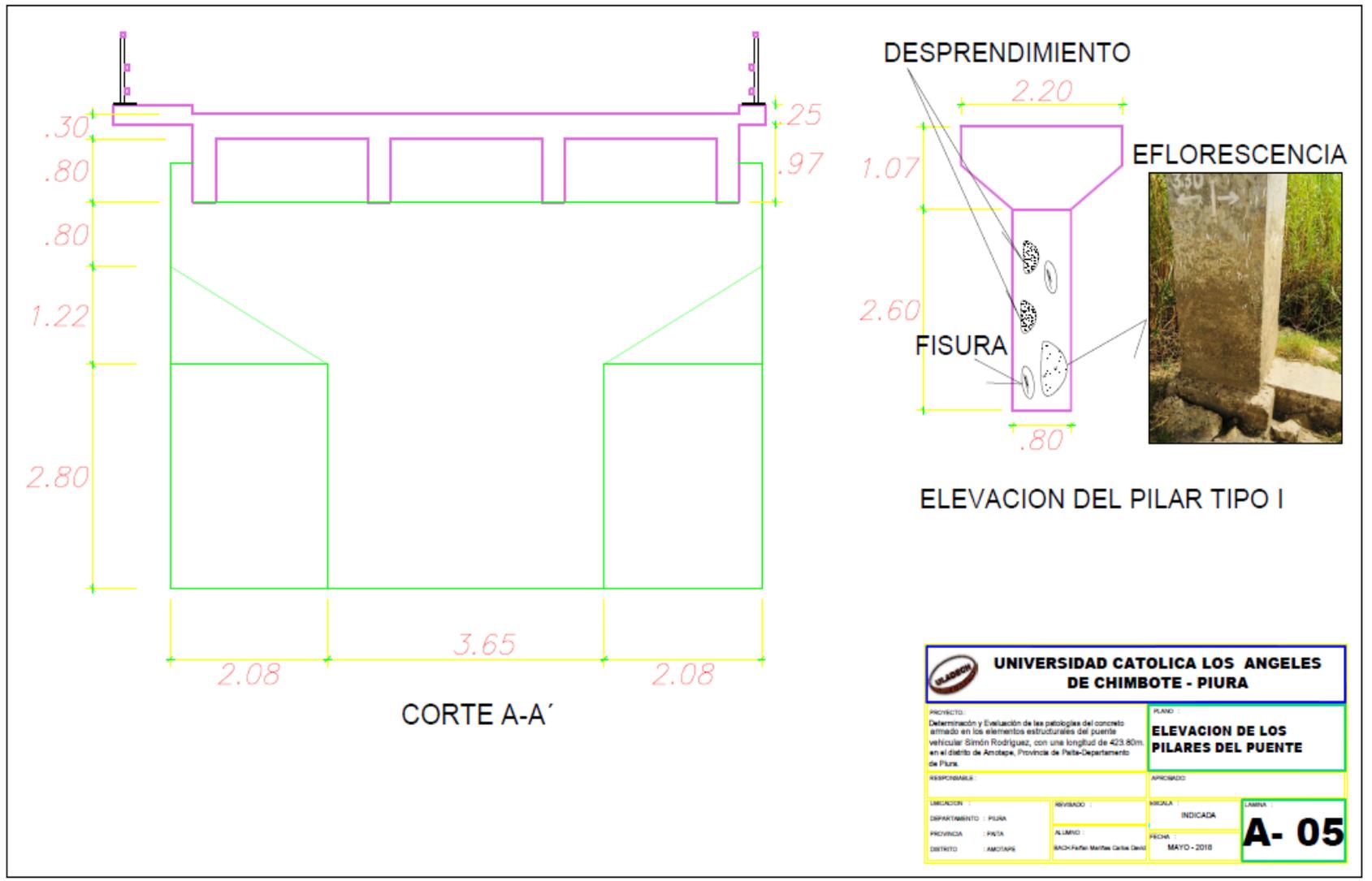
BASE DEL PUENTE SIMON RODRIGUEZ
 TRAMO I - BASE DEL PUENTE
 PUENTE VIEJO
 LARGO : 303.8m



BASE DEL PUENTE SIMON RODRIGUEZ
 TRAMO II - BASE DEL PUENTE - LADO DERECHO E IZQUIERDO
 PUENTE NUEVO
 LARGO : 120.00m

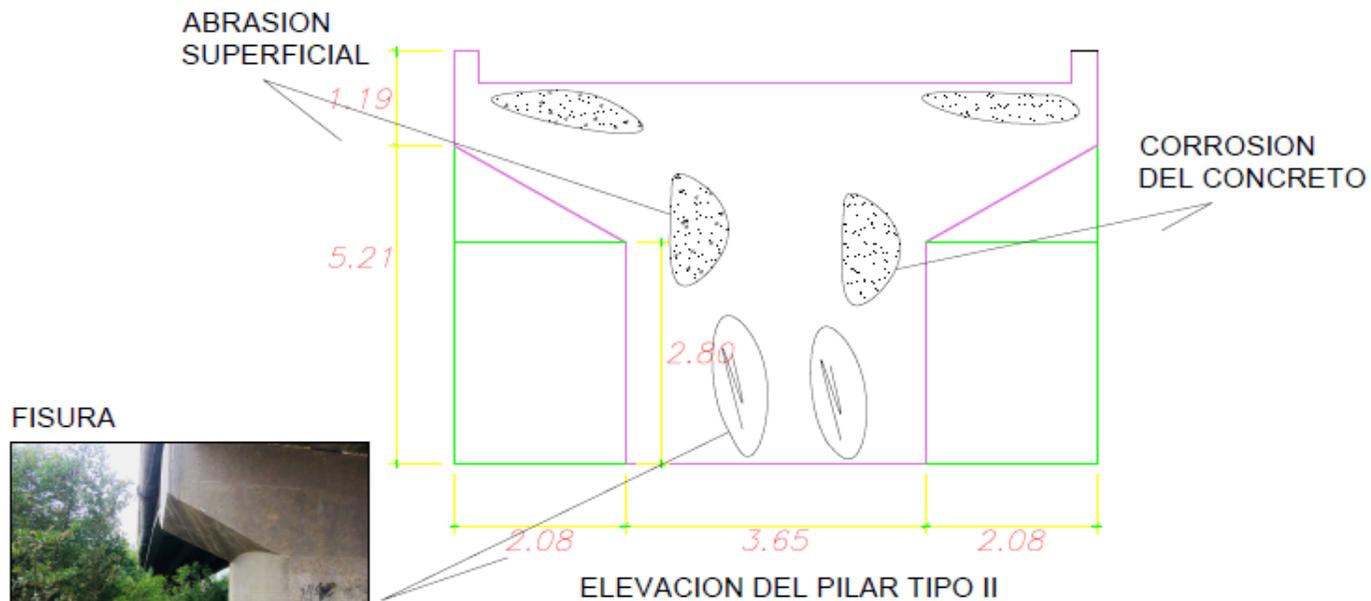
<p>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE - PIURA</p>		
<p>PROYECTO: Demostración y Evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80m en el distrito de Amotape, Provincia de Piura-Departamento de Piura.</p>	<p>PLANO: PLANTA BASE DE Puentes EVALUACION PLACA</p>	
RESPONSABLE:	REVISADO:	APROBADO:
UBICACION: DEPARTAMENTO : PIURA PROVINCIA : PIURA DISTRITO : AMOTAPE	ALUMNO: BACH:Paola Marites Cecilia Davila	SECALA : INDICADA FECHA : MAYO - 2018
		A- 04

PLANO DE PATOLOGÍAS PILARES TIPO I, TRAMO I Y II DEL PUENTE SIMÓN RODRÍGUEZ



UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE - PIURA			
PROYECTO: Determinación y Evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80m. en el distrito de Ancocha, Provincia de Piura-Departamento de Piura.		PLANO: ELEVACION DE LOS PILARES DEL PUENTE	
RESPONSABLES:		APROBADO:	
UBICACION: DEPARTAMENTO: PIURA PROVINCIA: PIURA DISTRITO: ANCOCHA	REVISADO: ALUMNO: BACH-Faifer Mercedes Carolina Davis	ESCALA: INDICADA	LÁMINA: A- 05 FECHA: MAYO - 2018

PLANO DE PATOLOGÍAS PILARES TIPO II, TRAMO I Y II DEL PUENTE SIMÓN RODRÍGUEZ



FISURA



UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE - PIURA			
PROYECTO: Determinación y Evaluación de las patologías de concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.00m en el distrito de Anabaza, Provincia de Piura Departamento de Piura.		PLANO: ELEVACION DEL PILAR TIPO II DEL PUENTE	
RESPONSABLE:		APROBADO:	
DIRECCION: DEPARTAMENTO: PIURA PROVINCIA: PIURA DISTRITO: IQUITATE	FINANCIADO: ALIADO: MICH: Perten: Mercedes Correa Cerna	ESCALA: INGENIERIA	CANTON: A- 06 MES: MARZO - 2018